

บรรณานุกรม



ภาษาไทย

กฤษฎ สมบัติศิริ. " ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ " เอกสารการสัมมนาวิชาการ เรื่องการพัฒนา นโยบายการศึกษาและวิจัยสิ่งแวดล้อม ๔ - ๖ (ตุลาคม, ๒๕๑๔).

กองวางแผนเศรษฐกิจและสังคม, สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติแผนพัฒนา ฯ ฉบับที่ ๕ เอกสารอัครสำเนา ๑๑ พ.ย. ๒๕๑๓.

จันทร์ เกษม (นามแฝง). " บทบาทของครูในการจัดการศึกษาค้นสิ่งแวดล้อม " สยามรัฐสัปดาห์วิจารณ์ ๓๓ ตุลาคม ๒๕๑๔.

จรัมพร สุริยคำ. " ปัญหาสภาวะแวดล้อมของกรุงเทพมหานคร " เสรีภาพ ปีที่ ๒๒ ฉบับที่ ๕ หน้า ๕๒ - ๕๖.

เฉลิมชัย ชัยกิตติพร และคณะ. " ระดมเสียงจรรยาจรในกรุงเทพมหานคร " วิจัยของ-กระทรวงสาธารณสุข, ๒๕๑๔.

เฉลิมรัฐ ชัมพานนท์. การศึกษาวิชาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย, วารสารพัฒนบริหาร-ศาสตร์ ปีที่ ๑๕ เล่มที่ ๓ กรกฎาคม ๒๕๑๔.

ตำรวจ, กรม. แผนกทะเบียนรถยนต์ กงทะเบียน, สถิติยานพาหนะของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. ๒๕๑๖ - ๒๕๑๘ (เอกสารอัครสำเนา).

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์. " กิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม " เอกสารสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ๒๕๑๘.

\_\_\_\_\_ . " สภาวะแวดล้อม " วิทยาศาสตร์ ปีที่ ๒๔ ฉบับที่ ๑๐ (ตุลาคม - ๒๕๑๗), หน้า ๒๙ - ๓๗.

\_\_\_\_\_ . " อากาศเป็นพิษในนครหลวง " เอกสารอัครลำเนา.

ประคอง กรรณสุทร. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู, นครหลวงกรุงเทพ ถนนวิ :  
ไทยวัฒนาพานิช ๒๕๑๕.

พิชิต สกุดพรหมณ์. " ฝุ่นและแบคทีเรียในอากาศบนเขื่อน " วิจัยคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, ๒๕๑๖ - ๒๕๑๘.

พงษ์เทพ จารุอำพรพรรณ. " อากาศเป็นพิษ " สารสิ่งแวดล้อม ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๑๑  
ตุลาคม ๒๕๑๘ หน้า ๒ - ๑๖.

ภาคนิย อิศรางกูร และคณะ. " การสำรวจแหล่งเสียงที่เป็นอันตรายในที่ชุมชน " สารศิริราช ๒๕ (มกราคม, ๒๕๑๖), หน้า ๔๐ - ๔๕.

เย็นใจ เลาหะวานิช. " การศึกษาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย " (วิจัยคณะสังคมและ  
มนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ๒๕๑๕).

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. ๒๕๑๗ มาตรา ๒๗.

โรจน์ อนุรักษ์. " Pollution ในเทพศิรินทร์ " อนุรักษ์, ๑ (สิงหาคม ๒๕๑๘),  
หน้า ๒๘.

วรัญญา จีระวิบูลวรรณ. " ความทวนหูของเสียงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน " วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๘.

วิจิตร คงพล. " สิ่งแวดล้อมศึกษา " สารสิ่งแวดล้อม ๕ เมษายน ๒๕๑๘.

ศัลักษณ์ ทรพนนันท์. " พอลดูล์ขึ้นจากกัมมันตภาพรังสี " ปกิณกะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (มีนาคม - เมษายน), ๒๕๑๖.

สัญญา ธรรมศักดิ์. คำปราศรัยเนื่องในวันสิ่งแวดล้อมของโลก ๕ มิถุนายน ๒๕๑๗.

สิทธิพล วิชัยดิษฐ์. " สิ่งแวดล้อมเป็นพิษเนื่องจากกิจการอุตสาหกรรม " วารสารเศรษฐกิจ ธนาคารกรุงเทพจำกัด ปีที่ ๔ เล่ม ๘ กันยายน ๒๕๑๕, หน้า ๒ - ๑๔.

สุชาติ มงคลพันธุ์. " การศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษโดยวิธีวิเคราะห์หวัตรอนแอกติ-  
เวชัน " วิทยาศาสตร์ ปีที่ ๓๐ เล่ม ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๑๘, หน้า ๓๑ - ๔๑.

สุชาติพิย์ อินทร. (แปล) นิเวศน์และการพัฒนาทรัพยากรในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โรงพิมพ์รวรรวากย์พณิช ๒๕๑๗.

สุภาพ คล้ายแก้ว. การป้องกันและควบคุมสภาพแวดล้อมในประเทศไทย วิทยานิพนธ์ พ.บ. สถาบันพัฒนบริหารศาสตร์ ๒๕๑๖.

สุเทพ ลีคนาวีเชียร. " ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม " อาจารย์สาร ปีที่ ๖ ฉบับที่ ๕ กรกฎาคม - กันยายน ๒๕๑๕, หน้า ๘๕ - ๘๘.

เสริมพล รัตสุข. " การศึกษาน้ำเสียในแม่น้ำคอนกลาง " ปกิณกะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (มีนาคม - เมษายน ๒๕๑๖).

เสริมพล รัตสุข: " ปัญหาหน้าเสียในแม่น้ำแม่กลอง " วิศวกรรมสาร ปีที่ ๒๖ ฉบับที่ ๓  
มิถุนายน ๒๕๑๖, หน้า ๔๖ - ๕๗:

สุรชัย นิมิจิรวัด. " มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม " ปกิณกะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (มีนาคม - เมษายน ๒๕๑๖), หน้า ๑๗.

สุรพล สุคารา. " สภาวะแวดล้อม " เอกสารการสัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์, กรม-  
การฝึกหัดครู กุมาภพันซ์ ๒๕๑๗.

สุรพล สายพานิช. " การใช้เครื่องกรองวิธีแอนแอโรบิก เพื่อกำจัดน้ำเสียจากโรงงานทำ  
แป้งมันสำปะหลัง; " วิทยานพนธ์ วศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗.

เอียบ ฃ บางซ่าง. " อากาศเสียและน้ำเสียในประเทศไทย " อันตรายจากสิ่งแวดล้อม  
เป็นพิษ คณะแพทยศาสตร์ รามาธิบดี ๒๕๑๖ หน้า ๕ - ๒๖.

### ภาษาอังกฤษ

Arguelles, A.F., Martinez, Eva Pucciarelli and Maria, Sisto V.D.

"Endocrine and Metabolic Effects of Noise in Normal Hyper-  
tensive and Psychotic Subjects," Physiological Effects of  
Noise, New York : Plemem Press, 1970.

Best, John W. Research in Education, New Delhi : Prentice - Hall  
of India (PVT), Ltd. 1963.

Blaubstein, Elliott H. Anti Pollution lab, (New York : Arco  
Publishing Co., Inc. 1972). p.11.

- Broch, Jens Trompe. The Application of the Brüel & Kjaer Measuring Systems to Acoustic Noise Measurements. Denmark : K. Larsen & Son, 1971.
- Detwyler, Thomas R., " Ecology " Man 's Impact on Environment, (New York : McGraw-Hill Co., 1971). p. 23.
- Ebel, Robert L., Essential of Educational Measurement (New Jersey: Prentice - Hall Inc., 1972), p. 418.
- Fonselius, Stig H., " Stagnant Sea " Environment July - August 1970 in Meadows, D.H. et. al op.cit, p. 84.
- Garret, Henry E., Statistic in Psychology and Education, ( New York : Longmans, Green and Co., 1958), pp. 336 - 368.
- Goldman, Marshall I., Ecology and Economics Controlling Pollution in the 70's (New Jersey : Prentice Hall, Inc. 1972), pp. 14 - 16.
- Granhund, Norman E., Constructing Achievement Test, Engle Wood Cliff, New Jersey : Prentice - Hall Inc., 1968, p. 87.
- Harmelink, M.D. Noise and Vibration Control for Transportation System. D.H.O. Report No. RR. 168, Canada : Ontario Department of Highways, 1970.
- Iverson, Ross L., An Analysis of the Interrelationship of Environmental Knowledge and Environmental Concern, Unpublished Ed.D Dissertation, University of Montana, 1975.

- Johnston, James B., A Taxonomy and Statistical Analysis of Opinions, Attitudes, Scope, and Selected Content Areas of Environmental Education in Mississippi, Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Southern Mississippi, 1973.
- Leach, J.S. "Noise in Towns," Noise Control and Vibration Reduction, V (January 1974), p. 9.
- Meadow, Donell et. al, The Limits to Growth, Washington, D.C., Potomac Associate Book, 1972.
- Mitchell Ralph, "Microbial Changes Induced by Inorganic Pollutants" Water Pollution Microbiology (New York : a Division of John Wiley & Son, Inc.), pp. 11 - 43.
- Moller, Aage R. "Noise as a Health Hazard" Ambio, TV 1975, pp. 6 - 13.
- Morse, R.S. The Automobile and Air Pollution, A Program for Progress, Part II, U.S. Department of Commerce, (Washington, D.C. 1967), p.43.
- Nobile Philip and Deedy John, The Complete Ecology Fact Book. (New York : Doubleday Co, Inc. 1972) pp. 67 - 70.
- OECD. Urban Traffic Noise. France : OECD, Publication, 1971.
- Pescod, M.B., and Tiwa Limsiwawong, Chao Praya River Pollution and Photosynthetic Oxygenation, Bangkok, ASRCT, 1967.

- Remmers, H.H. and Gage, N.L. Education Measurement and Evaluation, Harper and Bross, 1964.
- Sharron, Mark M., The Problems of Environmental Management, A manuel Designed for Group Discussion, Including a Preliminary Program of Evaluation, Unpublished Ed.D Dissertation, 9 New York, New York University, 1972.
- Stern, Arthur C., " The Pollutants " Air Pollution (London Academic Press. 1976), pp. 1 - 21.
- Strobble, Maurice A., " Water Pollution " Understanding Environmental Pollution (Saint Louise. The C.V. Mosby Co., 1971), pp. 48 - 51.
- Thongtongtawi, S. " Bangkok Noise Pollution Survey " Unpublished Master's Thesis : Department of Environmental Engineering, The Asian Institute of Technology, Thailand, 1974.
- Wagner, Richard H., Environment and Man New York : W.W. Norton, Inc., 1971.
- Wallaceana " Environmental Education " An ecology newsletter for South East Asia. Aprill, 1976.
- Waning, R.H., Handbook of Noise and Vibration Control. 1<sup>st</sup>, ed., England : Trade Press Ltd. 1970. p. 8.
- Winston, Babara J., " The Relationship of Awareness to concern for Environmental Quality Among Selected High School Students " Dissertation Abstracts International Vol. 35, No. 6, 1974. pp. 3412 - 3 A.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก:

๑. จดหมายขอความร่วมมือและคำแนะนำในการออกแบบสอบถาม
๒. แบบสอบถามความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตุลาคม ๒๕๑๘

เรียน อาจารย์ที่เคารพ

แบบสอบถามที่จะขอความกรุณาให้อาจารย์ตอบนั้นมี ๒ ส่วนคือ

๑. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม
๒. แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

๗๓๑๐๑

วัตถุประสงค์ในการออกแบบสอบถาม

๑. เพื่อศึกษาว่าครูในโรงเรียนมัธยมมีความรู้เกี่ยวกับอันตรายที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษเพียงใด
๒. เพื่อศึกษาความคิดเห็นทั่วไปของครูเกี่ยวกับหลักสูตร วิธีปรับปรุงการสอนด้านสิ่งแวดล้อม และขอเสนอแนะซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่การแก้ไขปัญหาสีสิ่งแวดล้อมของประเทศ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการออกแบบสอบถาม

การได้ทราบความรู้และความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจะเป็นแนวทางให้ได้

๑. เสนอกระทรวงศึกษาธิการในการจัดการอบรม สัมมนา ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแก่ครูทุกสาขาวิชาในระดับมัธยมศึกษา
๒. เสนอแนะกระทรวงศึกษาธิการในการปรับปรุงหลักสูตร เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

๓. เสนอแนะคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับอันตรายที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษแก่ประชาชน
๔. เสนอให้โรงเรียนปรับปรุงวิธีสอน เรื่องสิ่งแวดล้อมโดยวิธีสอดแทรกลงในทุกวิชา

ภัยจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เป็นภัยที่ร้ายแรงต่อมนุษยชาติ ถ้ากระทรวงศึกษาธิการจะมีนโยบายปรับปรุงการเรียนการสอน โดยแนะนำให้ครู ไม่ว่าจะ เป็นสาขาใด และทำการสอนในชั้นใด สอดแทรกเรื่องการทำลายสิ่งแวดล้อมและอันตรายที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ลงในทุกวิชาและทุกโอกาสที่ทำการสอน ก็จะช่วยให้ภัยพิบัติในค่านี้น่าเบาบางลงได้

อาจารย์เป็นผู้หนึ่งซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการขจัดปัญหาดังกล่าวแล้ว ขอความกรุณาให้ความร่วมมือในการออกแบบสอบถามทั้ง ๒ ฉบับนี้ ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบความรู้นั้น อาจมีบางข้อที่อาจารย์ตอบไม่ได้ ขออย่าได้กังวลใจ และอย่าต้องไปเสียเวลาเปิดตำราหาคำตอบ ข้อมูลที่ได้จากกอาจารย์จะเป็นจุดใหม่ในการปรับปรุงและเพิ่มเติมความรู้นั้น ๆ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าอาจารย์จะเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นพิษของประเทศไทย อันเป็นที่รักยิ่งของเรา

ขอแสดงความเคารพอย่างสูง

ไพฑูริย์ ไทพอลสมิตติ  
(นางบุญนำ ทานสัมฤทธิ์ วก.สวนสุนันทา)

ผู้ออกแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถาม

โรงเรียน.....

เพศ.....อายุ.....ปี

วิชาเอก.....วิชาที่สอน.....ระดับชั้นที่สอน.....

(ขอข้อสอบและคำตอบคืนวันที่.....๒๕๖๕)

แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

คำแนะนำ อ่านข้อความอย่างถถ้วนเลือกข้อที่ถูกข้อที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X  
ทับบนตัวอักษร ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ในกระดาษคำตอบ  
(กรุณาอย่าขีดลงในข้อสอบ)

๑. คำว่า " นิเวศน์วิทยา " เป็นวิชาที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง
  - ก. สัตว์กับพืช
  - ข. มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม
  - ค. สิ่งที่มีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
  - ง. ทฤษฎีอาศัยกับการปรับตัว
  - จ. มนุษย์กับทฤษฎีอาศัย
๒. คำว่า " สิ่งแวดล้อม " หมายถึง
  - ก. อากาศ และน้ำ
  - ข. อากาศ น้ำ และ ดิน
  - ค. อากาศ น้ำ ดิน และสิ่งที่มีชีวิต
  - ง. ทุก ๆ สิ่งในเอกภพซึ่งมีผลกระทบต่อความต้องการของสิ่งที่มีชีวิต
  - จ. สังคม, เศรษฐกิจ และการเมือง
๓. การที่มนุษย์คัดแปลงธรรมชาติจนเกินขอบเขตจะมีผลเสียอย่างไร
  - ก. ทำให้เสียความงามตามธรรมชาติ
  - ข. เสียสภาวะสมดุลย์
  - ค. เสียเศรษฐกิจ
  - ง. เสียพลังงาน
  - จ. เสียเวลา

๔. พอลลูชัน มีความหมายว่าอะไร

- ก. อากาศที่มีปรอท
- ข. อากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ค. ผลการกระทำของธรรมชาติที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวมนุษย์
- ง. ผลการกระทำของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ
- จ. ผลการกระทำที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติซึ่งเป็นผลเสียแก่สิ่งที่มีชีวิต

๕. ขณะนี้ประเทศไทยมีความสนใจในเรื่องพอลลูชันที่เกิดกับเรื่องใด

- ก. น้ำ
- ข. อากาศ,
- ค. ดิน
- ง. เสียง
- จ. ทั้ง ก. ข. ค. และ ง.

๖. พอลลูชันในค่านิโคที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์

- ก. น้ำ
- ข. อากาศ
- ค. ดิน
- ง. เสียง
- จ. ทั้ง ก.ข.ค. และ ง.

๓. สิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษที่นับว่าร้ายแรงและเป็นผลแก่ประชาชนโดยตรงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้
- น้ำ
  - อากาศ
  - ดิน
  - เสียงรบกวน
  - ขี้มูล
๔. ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษเนื่องมาจากสาเหตุอะไร
- การเพิ่มของประชากร
  - การเพิ่มของกิจการอุตสาหกรรม
  - การใช้สารสังเคราะห์อย่างไม่ระมัดระวัง
  - การศึกษาของประชาชน
  - ทั้งข้อ ก. ข. ค. และ ง.
๕. การป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ที่เป็นโครงการระยะยาวควรเริ่มจากการจำกัด
- การเพิ่มของประชากร
  - การเพิ่มของอุตสาหกรรม
  - การใช้สารสังเคราะห์
  - การใช้น้ำมันรถยนต์
  - การใช้เครื่องอำนวยความสะดวก
๖. ความรู้ในข้อใดที่ควรให้แก่เยาวชนเพื่อเป็นการป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษในเบื้องต้น
- การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
  - การผลิตรถยนต์โดยไม่ใช้น้ำมัน
  - การกำจัดขยะมูลฝอย
  - การกำจัดน้ำเสีย
  - การใช้สารเคมี

๑๑. นักวิทยาศาสตร์สาขาใดที่จะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศ
- ฟิสิกส์
  - เคมี
  - ชีววิทยา
  - ทั้ง ก. และ ข.
  - ทั้ง ก. ข. และ ค.
๑๒. อากาศที่นับว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์ จะต้องมีการออกซิเจนประมาณร้อยละเท่าไร
- ๓๕
  - ๒๑
  - ๑๐
  - ๐.๑
  - ๐.๐๓
๑๓. การสังเคราะห์แสงของพืช เป็นการลดก๊าซอะไรจากอากาศ
- ออกซิเจน
  - ไนโตรเจน
  - คาร์บอนไดออกไซด์
  - ไฮโดรเจน
  - คลอรีน
๑๔. การสังเคราะห์แสงของพืช เป็นการเพิ่มก๊าซอะไรให้แก่อากาศ
- ออกซิเจน
  - ไนโตรเจน
  - คาร์บอนไดออกไซด์
  - ไฮโดรเจน
  - คลอรีน
๑๕. คำจำกัดความของ " อากาศเป็นพิษ " ที่ถูกต้องที่สุดคือข้อใด
- อากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปนอยู่
  - อากาศที่มีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ปนอยู่
  - อากาศที่มีไนโตรเจนมากกว่าออกซิเจน
  - อากาศที่มีสิ่งแปลกปลอมปนอยู่อันจะก่อให้เกิดอันตรายแก่สุขภาพ
  - อากาศที่มีกลิ่น

๑๖. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่จัดว่าเป็นอันตรายแก่ร่างกายนั้นเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ " การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ " หมายถึงการเผาไหม้ที่
- มีออกซิเจนไม่เพียงพอ
  - มีคาร์บอนไม่เพียงพอ
  - มีคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เพียงพอ
  - มีออกไซด์ไม่เพียงพอ
  - มีเชื้อเพลิงไม่เพียงพอ
๑๗. คาร์บอนไดออกไซด์มีสูตรทางเคมีว่า
- |                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| ก. $\text{CO}_2$ | ข. $\text{CO}$          |
| ค. $\text{OC}$   | ง. $\text{C}_2\text{O}$ |
| จ. $\text{CaO}$  |                         |
๑๘. ข้อใดที่ไม่ใช่คุณสมบัติของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ไม่มีสี
  - เป็นสารประกอบ
  - รวมกับฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดงได้
  - มีกลิ่นเหม็น
  - มีธาตุ C กับ O เป็นองค์ประกอบ
๑๙. ร่างกายได้รับคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป จะมีผลทำให้เกิดโรคภัยอวัยวะส่วนใดมากที่สุด
- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| ก. หู, ตา     | ข. กระเพาะ, ลำไส้ |
| ค. หัวใจ, ปอด | ง. ตับ, ไต        |
| จ. จมูก, ปาก  |                   |



๒๐. กำมะถันไดออกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุน เป็นอันตรายแก่มนุษย์ในระบบใดมากที่สุด

- |                      |              |
|----------------------|--------------|
| ก. ชี้นาย            | ข. ย่อยอาหาร |
| ค. ทางเดินของลมหายใจ | ง. ประสาท    |
| จ. กระเพาะ           |              |

๒๑. กำมะถันไดออกไซด์มีสูตรทางเคมีว่า

- |            |           |
|------------|-----------|
| ก. $SO$    | ข. $SO_2$ |
| ค. $SO_3$  | ง. $SO_4$ |
| จ. $SbO_2$ |           |

๒๒. กำมะถันไดออกไซด์จะมีอันตรายยิ่งขึ้น ถ้าถูกความชื้น เพราะจะได้กรดที่มีฤทธิ์กัดอย่างแรง คือกรด

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| ก. กรดดินประสิว | ข. กรดเกลือ  |
| ค. กรดกำมะถัน   | ง. กรดน้ำส้ม |
| จ. กรดกำมะถัน   |              |

๒๓. ออกไซด์ที่เกิดจากฟ้าแลบ ฟ้าผ่า หรือเกิดจากการเผาไหม้ มีอันตรายเช่นเดียวกับคาร์บอนไดออกไซด์และกำมะถันไดออกไซด์คือออกไซด์ของธาตุอะไร

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ก. ไฮโดรเจน | ข. ไนโตรเจน |
| ค. ตะกั่ว   | ง. แคลเซียม |
| จ. คาร์บอน  |             |

๒๔. จากการทดลองปรากฏว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนบางชนิดเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งได้ " ไฮโดรคาร์บอน " เป็นสารประกอบที่เกิดจากธาตุอะไร

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| ก. ไฮโดรเจนกับคาร์บอน | ข. ไฮโดรเจนกับออกซิเจน |
| ค. คาร์บอนกับออกซิเจน | ง. ไฮโดรเจนกับคลอรีน   |
| จ. ไฮโดรเจนกับโคบอลต์ |                        |

๒๕. ตะกั่วจัดว่าเป็นธาตุที่มีอันตรายต่อมนุษย์มาก ตะกั่วมีสัญลักษณ์ทางเคมีว่า

ก. Pd.

ข. Pb.

ค. Pt.

ง. Pr.

จ. P

๒๖. พิษของตะกั่ว จะมีผลต่อระบบใดของร่างกายมากที่สุด

ก. ระบบย่อยอาหาร

ข. ระบบประสาท

ค. ระบบสืบพันธุ์

ง. ระบบขับถ่าย

จ. ระบบโครงกระดูก

๒๗. ปรอท เป็นธาตุที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมและเป็นอันตรายต่อมนุษย์มาก ปรอทมีสัญลักษณ์ทางเคมีว่า

ก. Ag

ข. Mg

ค. Kg

ง. Hg

จ. Pg

๒๘. ผลึกถกัที่ทำความปรอทในชีวิตประจำวันก็มีไม่มาก เพราะเหตุใดปรอทจึงเพิ่มปริมาณในสิ่งแวดล้อมได้

ก. เพราะปรอทเป็นโลหะ

ข. เพราะปรอทเป็นของเหลว

ค. เพราะปรอทกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิปกติ

ง. เพราะปรอทเป็นตัวนำไฟฟ้า

จ. เพราะปรอทมีความดวงจำเพาะมาก

๒๙. ปรอทเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้โดยทางใด

ก. ทางระบบอาหาร

ข. ทางระบบหายใจ

ค. ทางผิวหนัง

ง. ทั้ง ก. และ ข.

จ. ทั้ง ก. ข. และ ค.

๓๐. แคลเซียมเป็นธาตุที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์มาก เพราะปะปนอยู่ในน้ำ ดิน และอากาศ แคลเซียมมีสัญลักษณ์ทางเคมีว่า

- ก. Cd.
- ข. Gd.
- ค. Nd.
- ง. Pd.
- จ. Ca.

๓๑. แคลเซียมจะทำอันตรายต่ออวัยวะส่วนใดมากที่สุด

- ก. หัวใจ
- ข. ตับ
- ค. ไต
- ง. กระเพาะอาหาร
- จ. หลอดลม

๓๒. นำเป็นสารประกอบระหว่างก๊าซไฮโดรเจนกับออกซิเจนโดยมีอัตราส่วนของ H : O โดยปริมาตรเท่ากับ

- ก. ๑ : ๑
- ข. ๑ : ๒
- ค. ๒ : ๑
- ง. ๑ : ๘
- จ. ๘ : ๑

๓๓. คุณสมบัติข้อใดของน้ำที่มีผลทำให้หน้าเสียเสมอ

- ก. เป็นของเหลว
- ข. เป็นสารประกอบ
- ค. มีจุดเดือดสูง
- ง. สามารถละลายสารต่าง ๆ ได้ดี
- จ. ขยายตัวได้

๓๔. ปัญหาเรื่องน้ำเสียจะมีผลต่อ

- ก. ผู้บริโภค
- ข. ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม
- ค. ผู้รับผิดชอบของงานประปา
- ค. การดำรงชีวิตและสถานะทางเศรษฐกิจของชาติ
- จ. นักวิทยาศาสตร์

๓๕. น้ำเสีย (Water pollution) หมายถึงน้ำในข้อใด

- ก. คุณลักษณะไม่เหมาะกับการใช้ประโยชน์
- ข. สีดำ
- ค. มีกลิ่นเหม็น
- ง. ขาดออกซิเจน
- จ. ขุ่น

๓๖. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่แสดงว่าน้ำเสียอย่างเด่นชัดคือ

- ก. มีแก๊สแวลลอยอยู่
- ข. สีขุ่น
- ค. มีกลิ่นกาซไฮเน่า
- ง. มีออกซิเจนน้อย
- จ. มีความกระตางมาก

๓๗. แหล่งที่มาของน้ำเสียที่สำคัญคือ

- ก. อาคารบ้านเรือน
- ข. โรงงานอุตสาหกรรม
- ค. แหล่งกสิกรรม
- ง. ทั้ง ข. และ ค.
- จ. ทั้ง ก. ข. และ ค.

๓๘. สิ่งสกปรกที่เป็นกลางอันเป็นสาเหตุให้แหล่งน้ำมีสภาวะผิดปกติไปได้หมายถึงข้อใด

- ก. ไม่เป็นกรด ไม่เป็นด่าง
- ข. มีประจุไฟฟ้าเป็นศูนย์
- ค. ไม่มีปฏิกิริยาทางเคมีและตัวเองไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต
- ง. ไม่มีรส
- จ. ไม่มีสี

๓๘. อินทรีย์สาร หมายถึง

- ก. สารที่มาจากสิ่งที่มีชีวิต
- ข. สารที่มาจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต
- ค. ต้องมีธาตุ ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
- ง. ต้องมีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
- จ. ต้องเจริญเติบโตได้

๔๐. คุณภาพของน้ำพิจารณาได้จากอะไร

- ก. ความเข้มข้นของสี
- ข. ความเข้มข้นของกลิ่น
- ค. ความเข้มข้นของรส
- ง. ความเข้มข้นของสารละลายออกซิเจน
- จ. ความเข้มข้นของเกลือแร่ที่ละลายอยู่

๔๑. สิ่งใดโครกที่เป็นอินทรีย์สารในน้ำ ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยธาตุ

- ก. คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน
- ข. คลอรีน ไนโตรเจน ซีเลียม
- ค. โคบอลต์ โอโซน โบรมีน
- ง. แคลเซียม กำมะถัน สังกะสี
- จ. คลอรีน โคบอลต์ แคลเซียม

๔๒. ฟิชน้ำ เช่น สาหร่าย จะช่วยมิให้น้ำเน่าเสียได้เพราะสามารถเพิ่มอะไรให้แก่น้ำ

- ก. คาร์บอนไดออกไซด์
- ข. ออกซิเจน
- ค. สารประกอบไนเตรท
- ง. ไนโตรเจน
- จ. ไฮโดรเจน

๔๓. แขนกที่เรียว ข่อยอินทรียสารจะโคสารอะไร
- ก. น้ำและไนโตรเจน
- ข. คาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจน
- ค. คาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ และไนโตรเจน
- ง. คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน
- จ. คาร์บอนและไฮโดรเจน
๔๔. น้ำเสียมมาก จนเรียกว่า " น้ำเน่า " นั้น เพราะมีก๊าซในข้อใด
- ก. มีเทน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย
- ข. ไฮโดรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์
- ค. ไนโตรเจน คลอรีน ออกซิเจน
- ง. คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์
- จ. ไฮโดรเจน คลอรีน ออกซิเจน
๔๕. ความหมายของ " การกำจัดน้ำเสีย " ที่ถูกต้องที่สุดคือ
- ก. เติมคลอรีนฆ่าเชื้อโรค
- ข. แกว่งสารพิษให้หายไป
- ค. แยกหรือทำลายสิ่งที่เป็นอันตรายออกไปหมดไป
- ง. การต้ม
- จ. เติมค่างทับทิม
๔๖. การที่ผิวหน้าของน้ำสัมผัสกับอากาศจะป้องกันน้ำเสียได้อีกวิธีหนึ่ง เพราะน้ำได้รับอะไร
- ก. ออกซิเจน
- ข. ไนโตรเจน
- ค. ความร้อน
- ง. แสงแดด
- จ. คาร์บอนไดออกไซด์

๔๗. การขยายแมคที่เร็วขึ้น ในการกำจัดน้ำเสียขั้นสุดท้ายโดยเติม
- |            |                 |
|------------|-----------------|
| ก. คลอรีน  | ข. กรดคาร์บอนิก |
| ค. โซดาไฟ  | ง. สารส้ม       |
| จ. ผงฟอกสี |                 |
๔๘. เสียงรบกวนทำให้สมาธิในการเรียนของนักเรียนเสียไปได้มาก เสียงจัดว่าเป็นอะไรในแง่วิทยาศาสตร์
- |                  |               |
|------------------|---------------|
| ก. พลังงาน       | ข. สสาร       |
| ค. การเคลื่อนที่ | ง. ความรู้สึก |
| จ. โมเลกุล       |               |
๔๙. ตัวกลางที่ช่วยส่งผ่านเสียงใดคือ
- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| ก. ของแข็ง           | ข. ของเหลว        |
| ค. ก๊าซ              | ง. ทั้ง ก. และ ค. |
| จ. ทั้ง ก. ข. และ ค. |                   |
๕๐. ข้อใดที่ไม่ใช่คุณสมบัติของเสียง
- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| ก. เคลื่อนผ่านสุญญากาศได้ | ข. เป็นคลื่นตามยาว        |
| ค. เกิดจากการสั่นของวัตถุ | ง. ความยาวคลื่นมากกว่าแสง |
๕๑. เสียงจะมีความเร็วมากที่สุดเมื่อเดินทางผ่าน
- |           |            |
|-----------|------------|
| ก. อากาศ  | ข. น้ำ     |
| ค. ฟองน้ำ | ง. ดินร่วน |
| จ. เหล็ก  |            |

๕๒. การได้ยินเสียงประกอบด้วยอะไรบ้าง

- ก. ตนกําเนิดเสียง                                  ข. ทัวกลาง  
 ค. หู    ง. ทั้ง ก. และ ข.  
 จ. ทั้ง ก. ข. และ ค.

๕๓. เราจะหาความถี่ของคลื่นเสียงจากความสัมพันธ์ในข้อใด

- ก. ความเร็ว  $\times$  ความยาวคลื่น  
 ข. ความเร็ว  
     ความยาวคลื่น  
 ค. ความยาวคลื่น  
     ความเร็ว  
 ง. ความเร็ว  $\times$  เวลา  
 จ. ความเร็ว  
     เวลา

๕๔. ข้อใดเป็นหน่วยของความยาวคลื่น

- ก. จำนวนรอบ / วินาที  
 ข. เมตร / วินาที  
 ค. เมตร  
 ง. เมตร . วินาที  
 จ. รอบ / เมตร

๕๕. ความถี่ต่ำสุดและสูงสุดที่คนธรรมดาได้ยินเสียงใดประมาณ

- ก. ๒ - ๒๐๐๐ รอบ/วินาที  
 ข. ๒๐ - ๒๐๐๐๐ รอบ/วินาที  
 ค. ๒๐๐ - ๒๐๐๐ รอบ/วินาที  
 ง. ๒๐๐๐ - ๒๐๐๐,๐๐๐ รอบ/วินาที  
 จ. ๒๐๐๐๐ - ๒๐๐,๐๐๐ รอบ/วินาที





## ภาคผนวก ข.

๑. วิธีคำนวณหาอำนาจจำแนก ( D ) และค่าระดับความยาก ( P )
๒. ตารางวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ( D ) และค่าระดับความยาก ( P )  
ของแบบสอบความรู้ ๘๐ ข้อ
๓. ตารางวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบ  
ความรู้
๔. วิธีคำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบสอบความรู้

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีหาค่าอำนาจจำแนก ( D ) และค่าระดับความยาก ( P )

๑. นำแบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจำนวน ๔๐ ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาระดับ ป.ศ.สูง วิทยาลัยครูสวนสุนันทา จำนวน ๑๐๐ คน
๒. นำคะแนนมาเรียงจากมากไปหาน้อย
๓. ใช้เทคนิค ๒๕% ในการแบ่งกลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มได้คะแนนสูง ๒๕ คน กลุ่มคะแนนต่ำ ๒๕ คน
๔. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยพิจารณาว่าข้อสอบข้อนั้นในกลุ่มได้คะแนนสูงทำได้กี่คน และกลุ่มได้คะแนนต่ำทำได้กี่คน

การหาค่าอำนาจจำแนก ( D ) ใช้สูตร  $D = \frac{U - L}{n}$

ค่าระดับความยาก ( P ) ใช้สูตร  $P = \frac{U + L}{2n} \times 100$

U = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำข้อนั้นถูก

L = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำข้อนั้นถูก

n = จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

ตัวอย่างการคำนวณ

ข้อสอบข้อ ๑ มีคนในกลุ่มสูงทำถูก ๒๔ คน ดังนั้น U = ๒๔

มีคนในกลุ่มต่ำทำถูก ๑๕ คน ดังนั้น L = ๑๕

$$D = \frac{24 - 15}{25} = \frac{9}{25} = 0.36$$

$$P = \frac{(24 + 15) \times 100}{2 \times 25} = 78$$

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ คือมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .๒๐ ขึ้นไป และค่าระดับความยากระหว่าง ๒๐ - ๘๐ %

ตารางที่ ๕

ตารางวิเคราะห์หาการะดับความยาก ( P ) และค่าอำนาจจำแนก ( D )

ข้อ	U	L	$P = \frac{(U + L) \times 100}{2n}$	$D = \frac{U - L}{n}$	ใช้เป็นแบบสอบ ความรูข้อ
๑	๒๔	๑๕	๓๘	.๓๖	๑
๒	๒๕	๑๓	๓๖	.๔๘	๒
๓	๒๒	๑๕	๓๘	.๒๘	๓
๔	๒๑	๑๕	๓๒	.๒๕	๔
๕	๒๑	๙	๖๐	.๒๕	๕
๖	๒๓	๙	๖๔	.๕๖	๖
๗	๒๑	๑๕	๓๒	.๒๕	๗
๘	๒๔	๑๓	๓๘	.๔๘	๘
๙	๒๓	๑๑	๖๘	.๔๘	๙
๑๐	๒๔	๑๖	๔๐	.๓๒	๑๐
๑๑	๒๑	๑๖	๓๕	.๒๐	๑๑
๑๒	๒๓	๑๕	๓๖	.๓๒	๑๒
๑๓	๒๔	๑๖	๔๐	.๓๒	๑๓
๑๔	๒๕	๑๕	๔๐	.๕๐	๑๔
๑๕	๒๑	๑๕	๓๒	.๒๕	๑๕
๑๖	๒๔	๑๕	๓๘	.๓๖	๑๖
๑๗	๑๓	๗	๕๐	.๒๕	๑๗
๑๘	๒๐	๘	๕๖	.๔๘	๑๘

### ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์หาการะดับความยาก ( P ) และค่าอำนาจจำแนก ( D ) ;

ข้อที่	U	L	$P = \frac{(U + L) \times 100}{2n}$	$D = \frac{U - L}{n}$	ใช้เป็นแบบสอบ ความรู้อะไร
๑๙	๑๒	๑	๒๖	.๔๔	๑๙
๒๐	๑๓	๗	๔๐	.๒๔	๒๐
๒๑	๒๑	๑๕	๓๒	.๒๔	๒๑
๒๒	๒๔	๑๓	๓๘	.๔๔	๒๒
๒๓	๑๓	๑๐	๕๔	.๒๔	๒๓
๒๔	๑๙	๑๒	๖๒	.๒๔	๒๔
๒๕	๑๒	๙	๔๐	.๑๖	-
๒๖	๑๑	๙	๓๘	.๑๒	-
๒๗	๗	๕	๒๔	.๐๘	-
๒๘	๒๑	๑๕	๓๒	.๒๔	๒๕
๒๙	๙	๕	๒๖	.๑๒	-
๓๐	๙	๗	๓๒	.๐๘	-
๓๑	๑๓	๔	๓๔	.๓๖	๒๖
๓๒	๑๙	๑๒	๖๒	.๒๔	๒๗
๓๓	๑๑	๔	๓๐	.๒๔	๒๘
๓๔	๑๓	๑๐	๕๔	.๒๔	๒๙
๓๕	๘	๕	๒๖	.๑๒	-
๓๖	๑๘	๑๑	๕๘	.๒๔	๓๐

## ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์หาการะดับความยาก ( P ) และค่าอำนาจจำแนก ( D )

ข้อที่	U	L	$P = \frac{(U + L) \times 100}{2n}$	$D = \frac{U - L}{n}$	ใช้เป็นแบบสอบ ความรูข้อที่
๓๓	๑๓	๗	๔๐	.๒๔	๓๑
๓๘	๒๕	๑๕	๘๐	.๔๐	๓๒
๓๙	๒๔	๑๓	๗๔	.๔๔	๓๓
๔๐	๒๔	๑๕	๗๘	.๓๖	๓๔
๔๑	๒๕	๑๓	๗๖	.๔๘	๓๕
๔๒	๑๙	๑๒	๖๒	.๒๘	๓๖
๔๓	๒๒	๑๕	๗๔	.๒๘	๓๗
๔๔	๑๓	๔	๓๔	.๓๖	๓๘
๔๕	๘	๕	๒๖	.๑๒	-
๔๖	๒๕	๑๓	๗๖	.๔๘	๓๙
๔๗	๑๑	๘	๓๘	.๑๒	-
๔๘	๑๓	๑๐	๕๔	.๒๘	๔๐
๔๙	๗	๕	๒๔	.๐๘	-
๕๐	๑๓	๗	๔๐	.๒๔	๔๑
๕๑	๒๑	๑๕	๗๒	.๒๔	๔๒
๕๒	๑๒	๑	๒๖	.๔๔	๔๓
๕๓	๑๑	๗	๓๖	.๑๖	-
๕๔	๘	๖	๓๐	.๑๒	-

## ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์หาการะดับความยาก ( P ) และค่าอำนาจจำแนก ( D )

ข้อที่	U	L	$P = \frac{(U + L) \times 100}{2n}$	$D = \frac{U - L}{n}$	ใจเป็นแบบสอบ ความถูกต้อง
๕๕	๑๑	๑๐	๕๒	.๐๔	-
๕๖	๘	๕	๒๕	.๑๒	-
๕๗	๑๒	๘	๔๐	.๑๖	-
๕๘	๙	๘	๓๔	.๐๔	-
๕๙	๑๒	๙	๕๒	.๑๒	-
๖๐	๑๙	๑๖	๓๐	.๑๒	-
๖๑	๑๐	๘	๓๖	.๐๘	-
๖๒	๒๒	๑๕	๓๔	.๒๘	๔๔
๖๓	๑๙	๑๒	๖๒	.๒๘	๕๕
๖๔	๒๙	๑๖	๔๐	.๓๒	๕๖
๖๕	๖	๙	๒๔	.๐๘	-
๖๖	๒๒	๑๕	๓๔	.๒๘	๕๓
๖๗	๑๑	๘	๓๘	.๑๒	-
๖๘	๒๓	๑๕	๓๖	.๓๒	๕๘
๖๙	๒๐	๑๓	๖๖	.๒๘	๕๔
๗๐	๑๙	๙	๕๖	.๔๐	๕๐
๗๑	๑๓	๗	๔๐	.๒๘	๕๑
๗๒	๒๔	๑๕	๓๘	.๓๖	๕๒

## ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์หาการะดับความยาก ( P ) และค่าอำนาจจำแนก ( D )

ข้อที่	U	L	$P = \frac{(U + L) \times 100}{2n}$	$D = \frac{U - L}{n}$	ใช้เป็นแบบสอบ ความรูข้อที่
๓๓	๑๓	๔	๓๔	.๓๖	๕๓
๓๔	๑๑	๔	๓๐	.๒๘	๕๔
๓๕	๑๒	๖	๓๖	.๒๔	๕๕
๓๖	๑๖	๑๐	๕๒	.๒๔	๕๖
๓๗	๒๔	๑๕	๓๘	.๓๖	๕๗
๓๘	๒๐	๘	๕๖	.๔๘	๕๘
๓๙	๒๓	๙	๖๕	.๕๖	๕๙
๔๐	๑๗	๑๐	๕๕	.๒๘	๖๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ๖

ตารางวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบความรู้

คะแนน ( X )	ความถี่ ( f )	fx	X <sup>2</sup>	fx <sup>2</sup>
๒๔	๕	๑๒๐	๕๗๖	๒๘๘๐
๒๕	๒	๕๐	๖๒๕	๑๒๕๐
๒๖	๖	๑๕๖	๖๗๖	๔๐๕๖
๒๗	๑	๒๗	๗๒๙	๗๒๙
๒๘	๙	๒๕๒	๗๘๔	๓๐๕๖
๒๙	๒	๕๘	๘๔๑	๑๖๘๒
๓๐	๒	๖๐	๙๐๐	๑๘๐๐
๓๑	๔	๑๒๔	๙๖๑	๓๘๔๔
๓๒	๗	๒๒๔	๑๐๒๔	๓๑๖๘
๓๓	๑	๓๓	๑๐๘๙	๑๐๘๙
๓๔	๑	๓๔	๑๑๕๖	๑๑๕๖
๓๕	๙	๓๑๕	๑๒๒๕	๑๑๐๒๕
๓๖	๕	๑๘๐	๑๒๙๖	๖๔๘๐
๓๗	๙	๓๓๓	๑๓๖๙	๑๒๓๒๑
๓๘	๓	๑๑๔	๑๔๔๔	๔๓๓๒
๓๙	๔	๑๕๖	๑๕๒๑	๖๐๘๔
๔๐	๒	๘๐	๑๖๐๐	๓๒๐๐
๔๑	๑๑	๔๕๑	๑๖๘๑	๑๘๔๙๑
๔๒	๒	๘๔	๑๗๖๔	๓๕๒๘

ตารางที่ ๖ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบความรู้

คะแนน ( X )	ความถี่ ( f )	fx	X <sup>2</sup>	fx <sup>2</sup>
๔๓	๒	๘๖	๑๘๔๙	๓๖๙๘
๔๔	๑๓	๕๗๒	๑๙๓๖	๒๕๑๖๘
๔๕	๔	๑๘๐	๒๐๒๕	๘๑๐๐
๔๖	๑๐	๔๖๐	๒๑๑๖	๒๑๑๖๐
๔๗	๖	๒๘๒	๒๒๐๙	๑๓๒๕๔
๔๘	๓	๑๒๔	๒๓๐๔	๖๙๑๒
๔๙	๕	๒๔๕	๒๔๐๑	๑๒๐๐๕
๕๐	๓	๑๕๐	๒๕๐๐	๓๕๐๐
๕๑	๗	๓๕๗	๒๖๐๑	๑๘๒๐๗
๕๒	๕	๒๖๐	๒๗๐๔	๑๓๕๒๐
๕๓	๓	๑๕๙	๒๘๐๙	๘๔๒๗
๕๔	๑	๕๔	๒๙๑๖	๒๙๑๖
๕๕	๒	๑๑๐	๓๐๒๕	๖๐๕๐
๕๖	๑	๕๖	๓๑๓๖	๓๑๓๖
		$\Sigma fx = ๕๙๖๖$		$\Sigma fx^2 = ๒๔๘๒๒๔$
		$\bar{X} = \frac{\Sigma fx}{N}$		
N = ๑๕๐		= $\frac{๕๙๖๐}{๑๕๐}$		
		= ๓๙.๗๓		

## วิธีคำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบสอบถาม

มัธยฐานเลขคณิต ( $\bar{X}$ )

$$\begin{aligned} \text{สูตร } \bar{X} &= \frac{\sum fx}{N} \\ \sum fx &= ๕๘๖๖ \\ N &= ๑๕๐ \\ \text{แทนค่า } \bar{X} &= \frac{๕๘๖๖}{๑๕๐} = ๓๙.๑๑ \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\begin{aligned} \text{สูตร } S.D &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2} \\ \sum fx^2 &= ๒๔๘๒๒๔ \\ \sum fx &= ๕๘๖๖ \\ N &= ๑๕๐ \\ \text{แทนค่า } S.D. &= \sqrt{\frac{๒๔๘๒๒๔}{๑๕๐} - \left(\frac{๕๘๖๖}{๑๕๐}\right)^2} \\ &= \sqrt{๑๖๕๔.๘๒ - (๓๙.๑๑)^2} \\ S.D &= \sqrt{๑๖๕๔.๘๒ - ๑๕๓๑.๖๕} \\ &= \sqrt{๑๒๑.๑๗} \\ S.D^2 &= ๑๒๑.๑๗ \end{aligned}$$

ความเที่ยง (Reliability)

$$\text{สูตร}^{\circ} \quad K_{r21} = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{M(K-M)}{K\sigma^2} \right]$$

$K_{r21}$  = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง (reliability)

$K$  = จำนวนข้อสอบในแบบสอบ (๒๐)

$M$  = คะแนนเฉลี่ย (๓๘.๕๕)

ความแปรปรวนของคะแนน (๕๓.๑๕)

$$\text{แทนค่า} \quad K_{r21} = \frac{20}{20-1} \left[ \frac{1 - 38.55(20 - 38.55)}{20 \times 53.15} \right]$$

$$= \frac{20}{19} \left[ \frac{1 - 38.55 \times 20.23}{1063.0} \right]$$

$$= 1.0526 \left[ \frac{1 - 780.56}{1063.0} \right]$$

$$= 1.0526 [1 - .7337]$$

$$= 1.0526 \times .2663$$

$$= .2805$$

ศูนย์วิทยุวิทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

<sup>๑</sup> Robert L. Ebel, Essential of Educational Measurement,  
(New Jersey : Prentice - Hall, Inc., 1972), p.418.



แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

คำแนะนำ อ่านข้อความอย่างถี่ถ้วน แล้วขีดเครื่องหมายลงในช่อง  
ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	รายการ	ไม่เห็น ด้วยอย่าง มาก	ไม่เห็น ด้วย	ไม่มีความ เห็น	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่าง มาก
๑.	อันตรายที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม เป็นพิษ จะมีผลกระทบกระเทือน ถึงพลเมืองทุกคนในชาติ.....					
๒.	มนุษย์เป็นตัวการที่ทำให้สิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ น้ำ และดิน เป็นพิษ.....					
๓.	การรักษาความสะอาดของสิ่ง แวดล้อมจะต้องอาศัยความร่วมมือ มือของพลเมืองทุกคน.....					
๔.	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย โดยเฉพาะที่กรุงเทพฯ ถึงเวลา แล้วที่จะต้องลงมือแก้ไขอย่าง จริงจัง.....					
๕.	ความเจริญทางด้านอุตสาหกรรม อย่างรวดเร็วโดยไม่คำนึงถึงสิ่ง แวดล้อมที่จะ เกิดเป็นพิษขึ้นนับว่า เป็นอันตรายอย่างใหญ่หลวง.....					

ขอ	รายการ	ไม่เห็น ควยอย่าง มาก	ไม่เห็น ควย	ไม่มี ความ เห็น	เห็นควย	เห็นควย อย่าง มาก
๖.	ปัญหาสิ่งแวดล้อมจะต้องยึดหลัก ป้องกันดีกว่าแก้ไข.....					
๗.	อนุรักษ์กฎหมายในด้านการดูแล รักษาสิ่งแวดล้อมมิได้เคร่งครัด เท่าที่ควร.....					
๘.	การปลูกฝังนิสัยและวัฒนธรรม ประจำชาติในเรื่องการดูแล รักษาสิ่งแวดล้อมสำคัญและ จำเป็นกว่าการบังคับควยกฎหมาย.....					
๙.	ควรให้การศึกษาแก่พลเมืองเพื่อ ให้เข้าใจปัญหาและช่วยกันปก กันแก้ไขในสถานสิ่งแวดล้อมเป็น เรื่องสำคัญมาก.....					
๑๐.	ควรให้มีการศึกษาเรื่องสิ่งแวดล้อม ในระดับประถมศึกษา.....					
๑๑.	ควรให้มีการศึกษาเรื่องสิ่งแวดล้อม ในระดับมัธยมศึกษา.....					
๑๒.	ควรให้มีการศึกษาเรื่องสิ่งแวดล้อม ในระดับมหาวิทยาลัย.....					

ข้อ	รายการ	ไม่เห็น ควยอย่าง มาก	ไม่เห็น ควย	ไม่มี ความ เห็น	เห็นควย	เห็นควย อย่าง มาก
๑๓.	ครูทุกสาขาวิชาควรมีความรู้เกี่ยวกับอันตรายและการป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ.....					
๑๔.	ครูทุกสาขาวิชา ควรแทรกความรู้ที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นพิษลงในทุกโอกาสที่ทำการสอน.....					
๑๕.	การที่จะให้ครูทุกสาขาวิชาเป็นผู้สอนเรื่องสิ่งแวดล้อมแทรกลงในทุกวิชาเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้.....					
๑๖.	ครูวิทยาศาสตร์ควรมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอย่างลึกซึ้ง.....					
๑๗.	การใช้ความรู้วิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้นบางในการสอนเรื่องสิ่งแวดล้อมจะไยผลดีกว่าการสอนโดยไม่มีหลักวิชาใดๆเป็นการอ้างอิงเลย.....					
๑๘.	ครูวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้นำในการสอนเรื่องสิ่งแวดล้อม โดยใช้การทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำให้เห็นอันตรายของสิ่งแวดล้อมเป็นพิษอย่างแท้จริง.....					

ข้อ	รายการ	ไม่เห็น ควยอย่าง มาก	ไม่เห็น ควย	ไม่มี ความ เห็น	เห็นควย	เห็นควย อย่าง มาก
๑๙.	ครูควรเป็นผู้นำในการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมโดยปฏิบัติให้ดูเป็น ตัวอย่างเช่นการรักษาความ สะอาด การทิ้งขยะเป็นที่ การ ปลูกต้นไม้ ฯลฯ.....					
๒๐.	การจัดการประกวดความ ประพฤติปฏิบัติดีด้านการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมในโรงเรียนเป็นการ กระตุ้นให้นักเรียนได้สำนึกใน หน้าที่พลเมืองดีที่จะพึงปฏิบัติต่อ สิ่งแวดล้อม.....					
๒๑.	โรงเรียนควรทบทวนและทำให้ นักเรียนได้เห็นความสำคัญและ เคร่งครัดต่อกฎหมายสิ่งแวดล้อม.....					
๒๒.	โรงเรียนควรจัดนิทรรศการเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อมเป็นพิษอย่างน้อยปี ละ ๑ ครั้ง.....					
๒๓.	โรงเรียนควรเชิญผู้เชี่ยวชาญเรื่อง สิ่งแวดล้อมมาบรรยายให้นักเรียน ฟังบ้าง.....					



ข้อ	รายการ	ไม่เห็น ควยอย่าง มาก	ไม่เห็น ควย	ไม่มี ความ เห็น	เห็นควย	เห็นควย อย่าง มาก
๒๔.	โรงเรียนควรให้ความรู้เรื่องสิ่ง แวดล้อมแก่ชุมชน โดยอาศัย นักเรียนเป็นศูนย์กลาง.....					
๒๕.	การให้การศึกษาเรื่องสิ่งแวดล้อม แก่พลเมือง อาจทำโดยใช้สื่อมวลชน เช่นหนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ ฯลฯ.....					
๒๖.	โรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยควร ได้เปิดอบรมเรื่องสิ่งแวดล้อมโดย ใช้เวลาให้สั้นพอเหมาะ.....					
๒๗.	ผู้ปกครองนักเรียนควรมีส่วนร่วม ในการฝึกนิสัยทางด้านการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมแก่เยาวชน.....					
๒๘.	การสอนเรื่องสิ่งแวดล้อมจะได้ ผลดี ถ้าได้เน้นถึงธรรมชาติของ สิ่งแวดล้อม (Nature) และ วัฒนธรรม (Culture) ของ ประชาชนไปพร้อมกัน.....					

ข้อ	รายการ	ไม่เห็น ควยอย่าง มาก	ไม่เห็น ควย	ไม่มี ความ เห็น	เห็นควย	เห็นควย อย่าง มาก
๒๙.	หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมควยสนับสนุน ใหญ่สนใจเขียนบทความหรือ ความคิดเห็นลงในวารสาร.....					
๓๐.	ข้อมูลทางสถิติมีความสำคัญมาก ต่อการศึกษารื่องสิ่งแวดล้อม.....					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยพัชร์พยากรณ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ง.

๑. คะแนนจากแบบสอบความรู้ของครูวิทยาศาสตร์
๒. คะแนนจากแบบสอบความรู้ของครูสาขาอื่น ๆ
๓. การวิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ และครูสาขาอื่น ๆ
๔. การคำนวณวิธีทดสอบความมีนัยสำคัญ ระหว่างความรู้ของครูวิทยาศาสตร์และครูสาขาอื่น ๆ

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูวิทยาศาสตร์ ๘ โรงเรียนจำนวน

๑๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๔	๑๓	๑๓	๖๐		๑๑	๑๔	๑๓	๑๓	๖๐
๑	๙	๑๕	๑๒	๓	๔๓	๑๔	๑๐	๑๔	๑๐	๓	๔๑
๒	๓	๑๓	๑๑	๖	๓๓	๑๙	๑๐	๓	๕	๓	๒๙
๓	๓	๑๐	๓	๓	๓๑	๒๐	๙	๑๒	๑๕	๖	๒๒
๔	๓	๑๒	๑๐	๕	๓๓	๒๑	๑๐	๑๓	๑๑	๙	๔๓
๕	๙	๑๒	๑๑	๙	๓๙	๒๒	๙	๑๓	๑๓	๖	๔๑
๖	๓	๑๔	๑๒	๖	๓๙	๒๓	๓	๙	๓	๓	๒๖
๗	๑๐	๑๔	๑๐	๓	๔๑	๒๔	๑๐	๑๓	๑๓	๙	๔๕
๘	๓	๑๑	๑๒	๓	๓๓	๒๕	๑๐	๑๕	๓	๓	๓๙
๙	๙	๑๓	๑๐	๖	๓๓	๒๖	๙	๑๓	๑๑	๓	๔๓
๑๐	๓	๑๒	๙	๓	๓๕	๒๗	๓	๑๔	๑๒	๙	๔๕
๑๑	๓	๙	๙	๕	๒๙	๒๘	๙	๑๒	๓	๙	๓๖
๑๒	๓	๑๐	๓	๖	๓๐	๒๙	๙	๑๓	๙	๖	๔๐
๑๓	๑๐	๑๔	๑๓	๙	๔๕	๓๐	๓	๑๓	๑๐	๓	๓๓
๑๔	๙	๑๑	๑๒	๓	๔๐	๓๑	๙	๑๐	๙	๓	๓๓
๑๕	๙	๑๐	๙	๖	๓๓	๓๒	๑๐	๑๔	๑๓	๙	๔๕
๑๖	๓	๑๐	๑๑	๖	๓๖	๓๓	๙	๑๕	๙	๙	๔๐
๑๗	๑๐	๑๔	๑๐	๓	๔๑	๓๔	๓	๓	๙	๓	๒๙

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูวิทยาศาสตร์ ๔ โรงเรียนจำนวน

๑๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๔	๑๓	๑๓	๖๐		๑๑	๑๔	๑๓	๑๓	๖๐
๓๕	๓	๑๑	๘	๕	๓๗	๕๓	๓	๑๓	๘	๖	๓๕
๓๖	๘	๑๒	๙	๖	๓๕	๕๔	๘	๑๖	๙	๖	๓๙
๓๗	๓	๙	๘	๖	๓๐	๕๕	๑๐	๑๓	๑๑	๗	๔๕
๓๘	๙	๑๕	๑๒	๗	๔๓	๕๖	๘	๑๓	๑๑	๖	๓๘
๓๙	๖	๑๐	๘	๕	๓๐	๕๗	๘	๑๔	๙	๖	๓๗
๔๐	๘	๑๔	๑๑	๙	๓๘	๕๘	๖	๑๑	๖	๖	๒๙
๔๑	๘	๑๖	๑๐	๖	๔๐	๕๙	๓	๑๔	๙	๖	๓๗
๔๒	๘	๑๕	๑๑	๙	๓๙	๖๐	๑๑	๑๓	๑๒	๘	๔๔
๔๓	๘	๑๔	๙	๙	๓๙	๖๑	๙	๑๓	๑๑	๖	๔๐
๔๔	๙	๑๓	๑๒	๙	๓๙	๖๒	๙	๑๒	๘	๙	๓๙
๔๕	๑๐	๑๖	๑๑	๖	๔๓	๖๓	๖	๑๔	๑๑	๖	๓๘
๔๖	๙	๑๒	๑๒	๖	๔๐	๖๔	๘	๑๓	๑๒	๖	๓๘
๔๗	๘	๑๕	๑๑	๖	๔๐	๖๕	๑๐	๑๖	๑๓	๘	๔๗
๔๘	๘	๑๔	๑๑	๖	๓๙	๖๖	๖	๙	๘	๙	๒๙
๔๙	๖	๑๖	๖	๖	๓๓	๖๗	๑๑	๑๓	๑๘	๘	๔๐
๕๐	๘	๑๓	๑๑	๙	๓๙	๖๘	๑๐	๑๕	๑๑	๖	๔๒
๕๑	๖	๑๑	๘	๖	๓๐	๖๙	๙	๑๖	๖	๘	๔๐
๕๒	๖	๘	๖	๖	๒๖	๗๐	๘	๙	๘	๕	๓๐

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูวิทยาศาสตร์ ๘ โรงเรียนจำนวน ๑๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๕	๑๓	๑๓	๖๐		๑๑	๑๕	๑๓	๑๓	๖๐
๓๑	๑๐	๑๖	๑๔	๘	๔๘	๘๖	๙	๑๕	๑๓	๖	๔๓
๓๒	๖	๘	๓	๔	๒๑	๘๗	๘	๓	๖	๖	๒๓
๓๓	๓	๑๕	๑๓	๖	๔๑	๘๘	๗	๑๐	๖	๖	๒๙
๓๔	๖	๑๐	๘	๕	๒๙	๘๙	๘	๑๒	๙	๕	๓๔
๓๕	๑๐	๑๕	๑๒	๗	๔๔	๙๐	๑๑	๑๓	๑๖	๗	๕๑
๓๖	๙	๑๔	๑๐	๗	๔๐	๙๑	๘	๑๔	๙	๕	๓๖
๓๗	๘	๑๑	๑๒	๖	๓๗	๙๒	๘	๑๕	๑๑	๖	๔๐
๓๘	๘	๑๓	๙	๗	๓๗	๙๓	๗	๑๑	๗	๖	๓๑
๓๙	๘	๑๐	๘	๕	๓๑	๙๔	๘	๑๐	๙	๗	๓๔
๔๐	๘	๑๖	๑๓	๖	๓๓	๙๕	๘	๑๔	๘	๕	๓๕
๔๑	๗	๑๓	๑๑	๕	๓๖	๙๖	๘	๑๖	๘	๗	๓๙
๔๒	๗	๙	๖	๕	๒๗	๙๗	๗	๑๓	๙	๖	๓๕
๔๓	๙	๑๔	๑๐	๕	๓๘	๙๘	๙	๑๓	๑๑	๗	๔๐
๔๔	๘	๑๒	๙	๖	๓๕	๙๙	๘	๑๒	๑๑	๖	๓๗
๔๕	๙	๑๖	๑๑	๓	๔๓	๑๐๐	๘	๘	๗	๖	๒๙

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนของครูวิทยาศาสตร์จำนวน ๑๐๐ คน

$$\sum X = ๓๗๐๘$$

$$n = ๑๐๐$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

แทนค่า

$$= \frac{๓๗๐๘}{๑๐๐}$$

$$= ๓๗.๐๘$$

ครูที่ตอบได้คะแนนเกินกว่า ๕๐% ของคะแนนเต็ม (คือได้เกินกว่า ๓๐ คะแนน)

จำนวน ๘๗ คน

คิดเป็นร้อยละ = ๘๗

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๘

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ โรงเรียนจำนวน ๓๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๕	๑๕	๑๓	๖๐		๑๑	๑๕	๑๕	๑๓	๖๐
๑	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๓	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๔	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๕	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๖	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๗	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๘	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๙	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๐	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๑	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๒	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๓	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๔	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๕	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๖	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๗	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๘	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๙	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๐	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๑	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๒	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๓	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๔	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๕	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๖	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๗	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๘	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๒๙	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒
๓๐	๓	๓	๓	๓	๑๒	๑	๓	๓	๓	๓	๑๒



ตารางที่ ๔ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ ในโรงเรียน จำนวน ๓๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐		๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐
๓๕	๕	๕	๕	๓	๒๘	๕๓	๕	๑๓	๕	๗	๓๕
๓๖	๗	๖	๕	๕	๒๓	๕๔	๕	๑๒	๕	๖	๓๕
๓๗	๑๐	๑๑	๖	๖	๓๔	๕๕	๕	๕	๕	๕	๓๑
๓๘	๑๐	๑๓	๖	๕	๓๗	๕๖	๖	๕	๖	๕	๒๗
๓๙	๕	๑๑	๖	๖	๓๒	๕๗	๕	๕	๕	๕	๓๐
๔๐	๕	๑๔	๕	๕	๓๗	๕๘	๖	๖	๖	๑	๑๖
๔๑	๕	๑๐	๑๑	๕	๓๑	๕๙	๕	๑๒	๕	๖	๓๑
๔๒	๖	๕	๑๑	๖	๒๘	๖๐	๖	๑๑	๖	๕	๓๐
๔๓	๕	๑๑	๕	๖	๓๑	๖๑	๕	๑๐	๖	๖	๒๘
๔๔	๑๐	๑๒	๑๐	๕	๓๗	๖๒	๕	๑๒	๖	๕	๓๓
๔๕	๕	๑๐	๑๖	๕	๓๖	๖๓	๕	๑๑	๕	๕	๓๐
๔๖	๖	๕	๕	๑	๑๖	๖๔	๕	๑๔	๖	๕	๓๐
๔๗	๕	๑๖	๑๑	๖	๓๘	๖๕	๕	๖	๖	๖	๑๙
๔๘	๕	๕	๕	๕	๓๐	๖๖	๑๐	๑๖	๑๐	๖	๓๙
๔๙	๕	๖	๕	๖	๑๖	๖๗	๕	๖	๕	๑	๑๘
๕๐	๖	๕	๑๒	๖	๒๙	๖๘	๖	๕	๖	๖	๒๙
๕๑	๖	๖	๕	๑	๒๘	๖๙	๕	๖	๖	๑	๑๙
๕๒	๖	๕	๕	๖	๒๘	๗๐	๕	๑๒	๕	๕	๓๕

## ตารางที่ ๘ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ ในโรงเรียน จำนวน  
๓๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐		๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐
๗๑	๖	๙	๗	๒	๒๔	๘๘	๙	๑๑	๗	๖	๓๒
๗๒	๖	๑๐	๙	๓	๒๗	๙๐	๗	๙	๙	๙	๒๔
๗๓	๙	๑๒	๑๐	๖	๓๗	๙๑	๗	๑๐	๙	๒	๒๓
๗๔	๙	๑๑	๖	๕	๓๐	๙๒	๗	๙	๙	๓	๒๖
๗๕	๙	๙	๙	๕	๓๐	๙๓	๙	๑๒	๕	๕	๓๐
๗๖	๖	๙	๙	๑	๑๕	๙๔	๙	๗	๙	๑	๑๗
๗๗	๙	๑๒	๑๐	๖	๓๗	๙๕	๙	๙	๙	๙	๒๘
๗๘	๑๐	๑๖	๖	๙	๔๐	๙๖	๙	๑๙	๓	๖	๓๑
๗๙	๙	๑๒	๗	๖	๓๓	๙๗	๗	๙	๙	๙	๒๗
๘๐	๙	๑๐	๗	๕	๓๐	๙๘	๙	๑๑	๙	๗	๓๕
๘๑	๗	๙	๖	๓	๒๕	๙๙	๑๐	๑๔	๗	๙	๔๐
๘๒	๗	๙	๑๑	๓	๒๙	๑๐๐	๙	๖	๖	๒	๑๙
๘๓	๙	๑๒	๑๐	๖	๓๖	๑๐๑	๗	๑๑	๙	๙	๓๑
๘๔	๖	๖	๙	๒	๑๘	๑๐๒	๒	๖	๗	๒	๑๗
๘๕	๙	๑๑	๖	๖	๓๑	๑๐๓	๙	๑๔	๕	๗	๓๖
๘๖	๙	๑๓	๖	๗	๓๕	๑๐๔	๙	๑๑	๗	๗	๓๓
๘๗	๙	๖	๓	๑	๑๕	๑๐๕	๙	๑๐	๙	๕	๒๗
๘๘	๙	๑๔	๗	๗	๓๗	๑๐๖	๗	๑๒	๖	๕	๓๐

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ ในโรงเรียน จำนวน ๓๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐		๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐
๑๐๗	๕	๑๑	๕	๖	๓๖	๑๒๕	๕	๕	๕	๕	๒๕
๑๐๘	๕	๕	๕	๖	๓๑	๑๒๖	๕	๑๓	๑๐	๖	๓๔
๑๐๙	๕	๕	๑	๑	๑๕	๑๒๗	๕	๑๐	๖	๕	๓๐
๑๑๐	๑๐	๑๒	๖	๖	๓๕	๑๒๘	๕	๖	๕	๕	๒๕
๑๑๑	๕	๑๐	๕	๕	๓๑	๑๒๙	๕	๕	๕	๕	๓๐
๑๑๒	๕	๖	๕	๖	๒๒	๑๓๐	๕	๑๐	๖	๕	๓๑
๑๑๓	๕	๑๒	๖	๕	๓๒	๑๓๑	๕	๕	๕	-	๑๗
๑๑๔	๕	๑๑	๖	๕	๓๒	๑๓๒	๕	๑๐	๖	๖	๒๗
๑๑๕	๕	๑๒	๕	๕	๓๓	๑๓๓	๖	๑๒	๑	๖	๒๗
๑๑๖	๑๐	๑๓	๕	๖	๓๔	๑๓๔	๑๐	๑๓	๕	๕	๔๑
๑๑๗	๕	๑๐	๕	๕	๓๕	๑๓๕	๕	๑๑	๕	๕	๓๒
๑๑๘	๕	๑๑	๕	๖	๓๕	๑๓๖	๕	๑๓	๕	๕	๓๑
๑๑๙	๕	๕	๖	๕	๒๗	๑๓๗	๕	๕	๕	๕	๓๑
๑๒๐	๕	๑๐	๕	๕	๓๖	๑๓๘	๕	๑๑	๕	๕	๓๑
๑๒๑	๕	๑๑	๑๐	๖	๓๗	๑๓๙	๕	๑๑	๖	๕	๓๖
๑๒๒	๕	๕	๕	๖	๒๑	๑๔๐	๕	๕	๑๐	๕	๓๒
๑๒๓	๕	๑๐	๖	๖	๓๑	๑๔๑	๕	๑๑	๖	๖	๓๓
๑๒๔	๕	๕	๕	๖	๓๓	๑๔๒	๕	๑๐	๕	๕	๓๐

## ตารางที่ ๘ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ ในโรงเรียน จำนวน  
๓๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๔	๑๓	๑๓	๖๐		๑๑	๑๔	๑๓	๑๓	๖๐
๑๔๓	๘	๑๒	๖	๕	๓๑	๑๖๑	๓	๓	๕	๒	๒๑
๑๔๔	๑๐	๙	๙	๕	๓๕	๑๖๒	๙	๙	๑๐	๓	๓๕
๑๔๕	๗	๘	๒	-	๑๗	๑๖๓	๙	๑๐	๓	๕	๓๑
๑๔๖	๓	๑๐	๓	๓	๒๓	๑๖๔	๙	๑๐	๑๐	๙	๓๓
๑๔๗	๙	๑๐	๓	๓	๒๕	๑๖๕	๙	๙	๖	๙	๒๗
๑๔๘	๙	๑๑	๙	๕	๓๔	๑๖๖	๙	๑๑	๖	๕	๓๑
๑๔๙	๙	๑๑	๖	๙	๓๐	๑๖๗	๑๐	๓	๙	๖	๓๑
๑๕๐	๓	๑๐	๙	๓	๒๖	๑๖๘	๙	๙	๑๐	๓	๒๙
๑๕๑	๙	๙	๙	๕	๓๑	๑๖๙	๑๐	๙	๖	๕	๓๐
๑๕๒	๓	๙	๓	๓	๒๕	๑๗๐	๓	๖	๑๐	๙	๒๗
๑๕๓	๙	๑๐	๑๐	๖	๓๕	๑๗๑	๓	๙	๙	๙	๒๙
๑๕๔	๙	๙	๖	๕	๒๙	๑๗๒	๙	๑๑	๙	๕	๓๓
๑๕๕	๑๐	๑๙	๙	๙	๔๐	๑๗๓	๕	๖	๙	-	๑๙
๑๕๖	๓	๙	๙	๓	๒๓	๑๗๔	๙	๑๒	๙	๖	๓๖
๑๕๗	๙	๑๑	๙	๖	๓๕	๑๗๕	๓	๙	๕	๙	๒๕
๑๕๘	๙	๙	๙	๕	๓๑	๑๗๖	๙	๖	๑๐	๓	๒๗
๑๕๙	๙	๑๐	๖	๓	๒๗	๑๗๗	๙	๑๐	๑๐	๕	๓๔
๑๖๐	๙	๑๒	๙	๕	๓๕	๑๗๘	๙	๑๑	๕	๕	๓๐

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ ในโรงเรียน จำนวน

๓๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐		๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐
๑๗๙	๓	๑๐	๓	๔	๒๐	๑๙๗	๓	๑๒	๔	๖	๓๕
๑๘๐	๓	๓	๓	๔	๑๓	๑๙๘	๖	๑๑	๓	๓	๒๓
๑๘๑	๑๐	๓	๓	๖	๒๒	๑๙๙	๓	๖	๓	๓	๑๕
๑๘๒	๓	๓	๖	๓	๑๕	๒๐๐	๑๐	๓	๓	๖	๒๒
๑๘๓	๖	๓	๖	๓	๑๕	๒๐๑	๓	๑๐	๖	๔	๒๓
๑๘๔	๓	๑๑	๖	๓	๒๓	๒๐๒	๖	๑๒	๖	๔	๓๐
๑๘๕	๖	๓	๖	๓	๑๕	๒๐๓	๓	๑๑	๓	๓	๒๐
๑๘๖	๓	๑๐	๑๐	๖	๒๙	๒๐๔	๖	๓	๔	๖	๒๑
๑๘๗	๖	๖	๖	๔	๒๒	๒๐๕	๖	๓	๑๑	๓	๒๓
๑๘๘	๓	๑๒	๓	๖	๒๔	๒๐๖	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๘๙	๓	๖	๓	๓	๑๕	๒๐๗	๓	๑๐	๑๐	๓	๒๖
๑๙๐	๓	๖	๔	๓	๑๖	๒๐๘	๓	๑๑	๓	๓	๒๐
๑๙๑	๓	๑๐	๖	๔	๒๓	๒๐๙	๓	๓	๓	๓	๑๒
๑๙๒	๓	๑๒	๔	๔	๒๓	๒๑๐	๓	๓	๖	๓	๑๕
๑๙๓	๓	๑๐	๖	๔	๒๓	๒๑๑	๖	๓	๓	๑	๑๓
๑๙๔	๓	๑๒	๓	๓	๒๑	๒๑๒	๖	๑๒	๖	๖	๒๖
๑๙๕	๑๐	๑๐	๓	๖	๒๙	๒๑๓	๑๑	๑๑	๑๐	๓	๓๕
๑๙๖	๓	๓	๖	๖	๑๘	๒๑๔	๓	๑๑	๖	๓	๒๓

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ ในโรงเรียน จำนวน ๓๐๐ คน

คนที่	คนที่					คนที่					รวม ๖๐
	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	
	๑๑	๑๔	๑๗	๑๓	๖๐	๑๑	๑๔	๑๗	๑๓	๖๐	
๒๑๕	๗	๕	๘	๕	๒๕	๒๓๓	๘	๘	๙	๕	๓๐
๒๑๖	๘	๑๑	๗	๕	๓๑	๒๓๔	๘	๑๒	๗	๓	๓๐
๒๑๗	๘	๘	๑๐	๕	๓๑	๒๓๕	๙	๑๑	๙	๕	๓๓
๒๑๘	๙	๑๐	๑๐	๕	๓๓	๒๓๖	๘	๖	๙	๓	๒๖
๒๑๙	๘	๙	๖	๖	๓๐	๒๓๗	๘	๙	๙	๕	๓๑
๒๒๐	๘	๑๒	๘	๕	๓๒	๒๓๘	๙	๑๑	๘	๓	๓๑
๒๒๑	๘	๘	๖	๓	๒๖	๒๓๙	๙	๑๒	๕	๓	๒๙
๒๒๒	๙	๑๐	๑๐	๖	๓๕	๒๔๐	๘	๙	๘	๖	๓๑
๒๒๓	๙	๙	๖	๖	๓๐	๒๔๑	๖	๑๒	๖	๕	๒๙
๒๒๔	๑๐	๑๑	๖	๕	๓๒	๒๔๒	๘	๙	๙	๕	๓๐
๒๒๕	๘	๖	๖	๓	๒๕	๒๔๓	๘	๑๒	๙	๕	๓๓
๒๒๖	๕	๖	๙	๑	๑๗	๒๔๔	๖	๑๐	๘	๖	๓๐
๒๒๗	๖	๕	๓	๕	๒๕	๒๔๕	๘	๑๐	๕	๓	๓๐
๒๒๘	๙	๑๑	๙	๖	๓๖	๒๔๖	๙	๙	๙	๓	๓๐
๒๒๙	๘	๘	๑๐	๓	๒๙	๒๔๗	๖	๑๐	๘	๒	๒๖
๒๓๐	๖	๘	๖	๒	๒๒	๒๔๘	๘	๙	๙	๕	๓๑
๒๓๑	๙	๑๒	๘	๕	๓๓	๒๔๙	๕	๕	๙	๑	๑๙
๒๓๒	๙	๑๑	๑๐	๕	๓๕	๒๕๐	๖	๖	๕	๒	๒๖

ตารางที่ ๘ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ ๘ โรงเรียน จำนวน ๓๐๐ คน

คนที่	โรงเรียน					คนที่	โรงเรียน				
	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม		ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐		๑๑	๑๕	๑๗	๑๓	๖๐
๒๕๑	๘	๙	๑๐	๓	๓๐	๒๖๙	๙	๑๓	๖	๖	๓๔
๒๕๒	๖	๙	๕	๔	๒๕	๒๗๐	๙	๙	๙	๖	๓๓
๒๕๓	๙	๑๔	๗	๔	๓๔	๒๗๑	๗	๑๔	๙	๓	๓๓
๒๕๔	๘	๑๑	๑๐	๓	๓๒	๒๗๒	๑๐	๑๗	๕	๙	๔๑
๒๕๕	๘	๙	๑๐	๕	๓๒	๒๗๓	๘	๙	๑๐	๔	๓๑
๒๕๖	๘	๙	๖	๔	๒๗	๒๗๔	๘	๙	๑๐	๓	๓๐
๒๕๗	๙	๑๑	๗	๓	๓๐	๒๗๕	๘	๑๑	๘	๔	๓๑
๒๕๘	๙	๑๒	๙	๓	๓๓	๒๗๖	๘	๙	๖	๓	๒๘
๒๕๙	๖	๑๒	๘	๔	๓๑	๒๗๗	๙	๑๒	๙	๕	๓๕
๒๖๐	๘	๖	๖	๑	๒๑	๒๗๘	๘	๙	๙	๔	๓๐
๒๖๑	๘	๑๒	๖	๔	๓๑	๒๗๙	๘	๑๐	๑๐	๔	๓๒
๒๖๒	๘	๑๒	๖	๔	๓๐	๒๘๐	๙	๑๑	๙	๓	๓๒
๒๖๓	๖	๙	๘	๔	๒๖	๒๘๑	๙	๑๒	๘	๔	๓๔
๒๖๔	๘	๙	๖	๕	๒๘	๒๘๒	๖	๖	๕	๒	๑๙
๒๖๕	๘	๙	๖	๖	๓๐	๒๘๓	๘	๑๑	๙	๕	๓๓
๒๖๖	๘	๑๐	๑๐	๕	๓๓	๒๘๔	๘	๑๓	๖	๖	๓๔
๒๖๗	๖	๙	๕	๓	๑๘	๒๘๕	๘	๑๒	๖	๔	๓๐
๒๖๘	๘	๙	๖	๔	๒๗	๒๘๖	๙	๑๑	๕	๕	๓๐

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามเรื่องสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น ๆ ๔ โรงเรียน จำนวน ๓๐๐ คน

คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม	คนที่	ทั่วไป	อากาศ	น้ำ	เสียง	รวม
	๑๑	๑๔	๑๓	๑๓	๖๐		๑๑	๑๔	๑๓	๑๓	๖๐
๒๘๓	๘	๙	๙	๕	๓๑	๒๘๔	๘	๑๑	๘	๕	๓๒
๒๘๘	๘	๑๐	๕	๕	๒๘	๒๘๕	๘	๑๐	๖	๖	๓๐
๒๘๙	๘	๙	๖	๕	๒๘	๒๘๖	๙	๑๔	๖	๖	๓๕
๒๙๐	๑๐	๑๑	๖	๖	๓๓	๒๘๗	๘	๖	๕	๕	๒๙
๒๙๑	๘	๑๑	๖	๕	๒๙	๒๘๘	๘	๙	๙	๖	๓๓
๒๙๒	๙	๑๒	๖	๖	๓๓	๒๘๙	๘	๑๐	๙	๖	๓๓
๒๙๓	๖	๖	๕	๕	๒๒	๓๐๐	๑๐	๑๒	๘	๖	๓๖

$\sum X = 2260$

$n = 300$

$\bar{X} = \frac{2260}{300}$

$= 7.533$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนของครูสาขาอื่น ๆ จำนวน ๓๐๐ คน

$$\sum X = ๔๔๖๐$$

$$n = ๓๐๐$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{๔๔๖๐}{๓๐๐} = ๑๔.๕๓๓$$

จำนวนครูที่ใดคะแนนเกินกว่า ๕๐% ของคะแนนเต็ม = ๑๔๕ คน

$$\text{คิดเป็นร้อยละ} = \frac{๑๔๕ \times ๑๐๐}{๓๐๐} = ๖๑.๖๗\%$$

รวมครูวิทยาศาสตร์และครูสาขาอื่นที่ใดคะแนนเกินกว่า ๕๐% ของคะแนนเต็ม

$$๑๔๕ + ๑๒๖ = ๒๗๑$$

$$\text{คิดเป็นร้อยละ} = \frac{๒๗๑ \times ๑๐๐}{๕๐๐} = ๕๔.๒\%$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๔

ตารางวิเคราะห์หาคะแนนจากแบบสอบถามความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ และครูสาขาอื่น ๆ

ครูวิทยาศาสตร์

ครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	$X_1$	$X_1 - \bar{X}_1$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	คนที่	$X_2$	$X_2 - \bar{X}_2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
๑.	๔๓	๕.๙๑	๓๘.๙๒๘๑	๑.	๑๕	๕.๐๙	๒๕.๘๐๖๔
๒.	๓๗	.๐๙	.๐๐๘๑	๒.	๑๔	๕.๙๑	๓๕.๐๘๖๔
๓.	๓๑	๖.๐๙	๓๗.๐๘๘๑	๓.	๓๘	๘.๐๘	๖๕.๒๘๖๔
๔.	๓๓	๔.๐๙	๑๖.๗๒๘๑	๔.	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๕.	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๘๘๑	๕.	๓๒	๒.๐๘	๔.๓๒๖๔
๖.	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๘๘๑	๖.	๑๙	๑๐.๙๒	๑๑๙.๒๔๖๔
๗.	๔๑	๓.๙๑	๑๕.๒๘๘๑	๗.	๔๐	๑๐.๐๘	๑๐๑.๖๐๖๔
๘.	๓๗	.๐๙	.๐๐๘๑	๘.	๒๗	๒.๕๒	๘.๕๒๖๔
๙.	๓๗	.๐๙	.๐๐๘๑	๙.	๒๙	.๕๒	.๒๖๖๔
๑๐.	๓๕	๒.๐๙	๔.๓๖๘๑	๑๐.	๑๙	๑๐.๙๒	๑๑๙.๒๔๖๔
๑๑.	๒๙	๘.๐๙	๖๕.๔๔๘๑	๑๑.	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔
๑๒.	๓๐	๗.๐๙	๔๙.๒๖๘๑	๑๒.	๒๑	๘.๙๒	๗๙.๕๖๖๔
๑๓.	๔๕	๑.๙๑	๓.๖๘๘๑	๑๓.	๓๒	๒.๐๘	๔.๓๒๖๔
๑๔.	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๘๑	๑๔.	๒๕	๑.๙๒	๓.๖๘๖๔
๑๕.	๓๓	๔.๐๙	๑๖.๗๒๘๑	๑๕.	๓๗	๗.๐๘	๔๙.๑๒๖๔
๑๖.	๓๖	๑.๐๙	๑.๑๘๘๑	๑๖.	๓๐	.๐๘	.๐๐๖๔
๑๗.	๔๑	๓.๙๑	๑๕.๒๘๘๑	๑๗.	๒๔	๕.๙๒	๓๕.๐๔๖๔
๑๘.	๒๙	๘.๐๙	๖๕.๔๔๘๑	๑๘.	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามของครูวิทยาศาสตร์และครูสาขาอื่น ๆ

ครูวิทยาศาสตร์

ครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	$X_1$	$X_1 - \bar{X}_1$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	คนที่	$X_2$	$X_2 - \bar{X}_2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
๑๙	๔๒	๔.๙๑	๒๔.๐๘๑	๑๙	๓๐	๐.๘๘	๐.๐๐๖๔
๒๐	๔๓	๕.๙๑	๓๔.๙๒๑	๒๐	๓๐	๐.๘๘	๐.๐๐๖๔
๒๑.	๔๑	๕.๙๑	๓๔.๙๒๑	๒๑	๓๐	๐.๘๘	๐.๐๐๖๔
๒๒.	๒๖	๑๑.๐๙	๑๒๒.๙๘๑	๒๒	๓๙	๙.๘๘	๘๒.๘๖๖๔
๒๓	๔๘	๑๐.๙๑	๑๑๙.๐๒๑	๒๓	๑๙	๑๐.๙๒	๑๑๙.๒๔๖๔
๒๔	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๘๑	๒๔	๒๓	๒.๙๒	๘.๕๒๖๔
๒๕	๔๓	๕.๙๑	๓๔.๙๒๑	๒๕	๓๐	๐.๘๘	๐.๐๐๖๔
๒๖	๔๕	๗.๙๑	๖๒.๕๘๑	๒๖	๔๐	๑๐.๘๘	๑๑๑.๖๐๖๔
๒๗	๓๖	๑.๐๙	๑.๑๘๑	๒๗	๒๕	๔.๙๒	๒๔.๒๐๖๔
๒๘	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๑	๒๘	๒๘	๑๑.๙๒	๑๔๒.๐๘๖๔
๒๙	๓๗	๐.๐๙	๐.๐๘๑	๒๙	๑๕	๑๔.๙๒	๒๒๒.๖๐๖๔
๓๐	๓๓	๔.๐๙	๑๖.๗๒๑	๓๐	๒๔	๕.๙๒	๓๕.๐๘๖๔
๓๑	๔๕	๗.๙๑	๖๒.๕๘๑	๓๑	๓๐	๐.๘๘	๐.๐๐๖๔
๓๒	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๑	๓๒	๓๑	๑.๘๘	๑.๖๖๖๔
๓๓	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๘๑	๓๓	๔๐	๑๐.๘๘	๑๑๑.๖๐๖๔
๓๔	๒๘	๙.๐๙	๘๒.๖๒๑	๓๔	๑๗	๑๒.๙๒	๑๖๖.๙๒๖๔
๓๕	๓๑	๖.๐๙	๓๗.๐๘๑	๓๕	๒๗	๒.๙๒	๘.๕๒๖๔
๓๖.	๓๕	๒.๐๙	๔.๓๖๑	๓๖	๓๒	๒.๘๘	๘.๓๒๖๔

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามของครูวิทยาศาสตร์และครูสาขาอื่น ๆ

ครูวิทยาศาสตร์

ครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	$X_1$	$X_1 - \bar{X}_1$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	คนที่	$X_2$	$X_2 - \bar{X}_2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
๓๗	๓๐	๗.๐๙	๕๐.๒๖๘๑	๓๗	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๓๘	๔๓	๗.๐๙	๕๐.๒๖๘๑	๓๘	๓๒	๒.๐๙	๔.๓๖๖๔
๓๙	๓๐	๗.๐๙	๕๐.๒๖๘๑	๓๙	๓๔	๔.๐๘	๑๖.๖๔๖๔
๔๐	๓๘	๐.๙๑	๐.๘๒๘๑	๔๐	๓๖	๖.๐๘	๓๖.๙๖๖๔
๔๑	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๘๑	๔๑	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๔๒	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๖๘๑	๔๒	๓๙	๙.๐๘	๘๑.๔๔๖๔
๔๓	๓๖	๑.๐๘	๑.๑๖๘๑	๔๓	๓๐	๐.๐๘	๐.๐๖๖๔
๔๔	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๖๘๑	๔๔	๒๘	๑.๙๒	๓.๖๘๖๔
๔๕	๔๔	๖.๙๑	๕๗.๗๖๘๑	๔๕	๓๒	๒.๐๘	๔.๓๖๖๔
๔๖	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๘๑	๔๖	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๔๗	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๘๑	๔๗	๓๓	๓.๐๘	๙.๕๖๖๔
๔๘	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๖๘๑	๔๘	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔
๔๙	๓๓	๔.๐๙	๑๖.๗๒๘๑	๔๙	๒๘	๑.๙๒	๓.๖๘๖๔
๕๐	๓๗	๐.๐๙	๐.๐๘๘๑	๕๐	๒๖	๓.๙๒	๑๕.๓๖๖๔
๕๑	๓๐	๗.๐๙	๕๐.๒๖๘๑	๕๑	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔
๕๒	๒๘	๙.๐๙	๘๒.๖๒๘๑	๕๒	๒๗	๒.๙๒	๘.๕๒๖๔
๕๓	๓๕	๒.๐๙	๔.๓๖๘๑	๕๓	๒๗	๒.๙๒	๘.๕๒๖๔
๕๔	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๖๘๑	๕๔	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามของครูวิทยาศาสตร์และครูสาขาอื่น ๆ

ครูวิทยาศาสตร์

ครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	$X_1$	$X_1 - \bar{X}_1$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	คนที่	$X_2$	$X_2 - \bar{X}_2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
๕๕	๔๕	๓.๙๑	๑๕.๒๘๑	๕๕	๒๓	๒.๙๒	๘.๕๒๖๔
๕๖	๓๘	๐.๙๑	๐.๘๒๘๑	๕๖	๒๙	๐.๙๒	๐.๘๔๖๔
๕๗	๓๓	๐.๐๙	๐.๐๐๘๑	๕๗	๒๘	๑.๙๒	๓.๖๘๖๔
๕๘	๒๙	๘.๐๙	๖๕.๔๔๘๑	๕๘	๓๖	๖.๐๘	๓๖.๙๖๖๔
๕๙	๓๓	๐.๐๙	๐.๐๐๘๑	๕๙	๓๔	๔.๐๘	๑๖.๖๔๖๔
๖๐	๔๘	๑๐.๙๑	๑๑๙.๐๒๘๑	๖๐	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๖๑	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๘๑	๖๑	๒๘	๑.๙๒	๓.๖๘๖๔
๖๒	๓๓	๔.๐๙	๑๖.๗๒๘๑	๖๒	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔
๖๓	๓๘	๐.๙๑	๐.๘๒๘๑	๖๓	๒๓	๒.๙๒	๘.๕๒๖๔
๖๔	๓๘	๐.๙๑	๐.๘๒๘๑	๖๔	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๖๕	๔๑	๓.๙๑	๑๕.๒๘๘๑	๖๕	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔
๖๖	๒๙	๘.๐๙	๖๕.๔๔๘๑	๖๖	๒๙	๐.๙๒	๐.๘๔๖๔
๖๗	๔๐	๑๒.๙๑	๑๖๖.๖๖๘๑	๖๗	๓๐	๐.๐๘	๐.๐๐๖๔
๖๘	๔๓	๕.๙๑	๓๔.๙๒๘๑	๖๘	๒๓	๖.๙๒	๔๙.๘๘๖๔
๖๙	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๘๑	๖๙	๓๔	๔.๐๘	๑๖.๖๔๖๔
๗๐	๓๐	๓.๐๙	๑๐.๕๖๘๑	๗๐	๒๓	๒.๙๒	๘.๕๒๖๔
๗๑	๔๘	๑๐.๙๑	๑๑๙.๐๒๘๑	๗๑	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔
๗๒	๒๕	๑๒.๐๙	๑๔๖.๑๖๘๑	๗๒	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามของครูวิทยาศาสตร์และครูสาขาอื่น ๆ

ครูวิทยาศาสตร์

ครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	$X_1$	$X_1 - \bar{X}_1$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	คนที่	$X_2$	$X_2 - \bar{X}_2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
๓๓	๔๑	๕.๙๑	๓๕.๙๒๘๑	๓๓	๓๐	๐.๐๘	๐.๐๐๖๔
๓๔	๒๙	๘.๐๙	๖๕.๔๔๘๑	๓๔	๓๕	๕.๐๘	๒๕.๘๐๖๔
๓๕	๔๔	๖.๙๑	๕๙.๓๕๘๑	๓๕	๒๔	๕.๙๒	๓๕.๐๔๖๔
๓๖	๔๐	๒.๙๑	๘.๕๖๘๑	๓๖	๓๖	๖.๐๘	๓๖.๙๖๖๔
๓๗	๓๓	๐.๐๙	๐.๐๐๘๑	๓๗	๓๓	๓.๐๘	๙.๕๒๖๔
๓๘	๓๓	๐.๐๙	๐.๐๐๘๑	๓๘	๓๐	๐.๐๘	๐.๐๐๖๔
๓๙	๓๓	๐.๐๙	๕๐.๒๖๘๑	๓๙	๓๑	๑.๐๘	๑.๐๖๖๔
๔๐	๓๓	๔.๐๙	๑๖.๗๒๘๑	๔๐	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๔๑	๓๕	-๒.๐๙	๔.๓๖๘๑	๔๑	๓๓	๓.๐๘	๙.๕๒๖๔
๔๒	๒๓	-๑๐.๐๙	๑๐๑.๘๐๘๑	๔๒	๓๐	๐.๐๘	๐.๐๐๖๔
๔๓	๓๘	๐.๙๑	๐.๘๒๘๑	๔๓	๑๙	๑๐.๐๘	๑๐๙.๒๖๖๔
๔๔	๓๕	-๒.๐๙	๔.๓๖๘๑	๔๔	๒๕	๕.๙๒	๓๕.๒๐๖๔
๔๕	๔๓	๕.๙๑	๓๕.๙๒๘๑	๔๕	๓๒	๒.๐๘	๔.๓๒๖๔
๔๖	๔๓	๕.๙๑	๓๕.๙๒๘๑	๔๖	๓๓	๓.๐๘	๙.๕๒๖๔
๔๗	๒๓	-๑๐.๐๙	๑๐๑.๘๐๘๑	๔๗	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๔๘	๒๙	-๘.๐๙	๖๕.๔๔๘๑	๔๘	๒๔	๑.๙๒	๓.๖๘๖๔
๔๙	๓๔	-๓.๐๙	๙.๕๖๘๑	๔๙	๑๘	๑๑.๙๒	๑๔๒.๐๘๖๔
๕๐	๕๑	๑๓.๙๑	๑๙๓.๕๘๘๑	๕๐	๓๓	๓.๐๘	๙.๕๒๖๔

ตารางที่ ๘ (ต่อ)

ตารางวิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามของครูวิทยาศาสตร์และครูสาขาอื่น ๆ

ครูวิทยาศาสตร์

ครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	$X_1$	$X_1 - \bar{X}_1$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	คนที่	$X_2$	$X_2 - \bar{X}_2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$
๙๑	๓๖	๑.๐๙	๑.๑๘๘๑	๙๑	๓๑	๑.๐๘	๑.๑๖๖๔
๙๒	๔๐	๒.๙๑	๘.๔๖๘๑	๙๒	๒๘	๑.๙๒	๓.๖๙๖๔
๙๓	๓๑	๖.๐๙	๓๖.๐๘๘๑	๙๓	๓๖	๒.๐๘	๔.๓๒๖๔
๙๔	๓๔	๓.๐๙	๙.๕๘๘๑	๙๔	๑๙	๑๐.๐๘	๑๐๙.๒๖๖๔
๙๕	๓๔	๓.๐๙	๙.๕๘๘๑	๙๕	๓๐	๐.๐๘	๐.๐๐๖๔
๙๖	๓๙	๑.๙๑	๓.๖๔๘๑	๙๖	๒๙	๒.๙๑	๘.๔๖๖๔
๙๗	๓๕	๒.๐๙	๔.๓๖๘๑	๙๗	๒๙	๐.๙๒	๐.๘๔๖๔
๙๘	๔๔	๖.๙๑	๕๙.๙๘๘๑	๙๘	๓๒	๒.๐๘	๔.๓๒๖๔
๙๙	๓๗	๐.๐๙	๐.๐๐๘๑	๙๙	๒๕	๔.๙๒	๒๔.๒๐๖๔
๑๐๐	๒๙	๘.๐๙	๖๕.๔๔๘๑	๑๐๐	๓๗	๓.๐๘	๙.๕๑๖๔

$\sum X_1 = ๓๗๐๙$

$N = ๑๐๐ \quad \sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 = ๓๓๓๖๘.๗๓ \quad \sum X_2 = ๒๙๙๒ \quad \sum (X_2 - \bar{X}_2)^2 = ๒๘๘๑.๘๘๔$

$\bar{X}_1 = \frac{๓๗๐๙}{๑๐๐}$

$N = ๑๐๐$

$= ๓๗.๐๙$

$\bar{X}_2 = \frac{๒๙๙๒}{๑๐๐}$

$= ๒๙.๙๒$

วิธีทดสอบความมีนัยสำคัญ

สมมติฐาน : ความรู้ (คะแนน) ของครูวิทยาศาสตร์และครูสาขาอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

$\bar{X}_1$  หมายถึง มัธยิมเลขคณิตของครูวิทยาศาสตร์

$$= \frac{\sum X_1}{N} = \frac{3308}{100} = 33.08$$

$\bar{X}_2$  หมายถึง มัธยิมเลขคณิตของครูสาขาอื่น

$$= \frac{\sum X_2}{N} = \frac{2882}{100} = 28.82$$

N หมายถึง จำนวนครูแต่ละกลุ่ม

$\sigma_1, \sigma_2$

หมายถึง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมัธยิมเลขคณิต  $\bar{X}_1$  และ  $\bar{X}_2$

$$\sigma_1 = \sqrt{\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2} = \sqrt{\frac{332.83}{100}} = 5.769$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2} = \sqrt{\frac{229.66}{100}} = 4.792$$

$\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$  หมายถึง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัธยิมเลขคณิต  $\bar{X}_1$  และ  $\bar{X}_2$

$$\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{33.283}{100} + \frac{22.966}{100}}$$

$$= \sqrt{0.33283 + 0.22966}$$

$$= 0.755$$



$Z$  = หมายถึงอัตราส่วนวิกฤติ

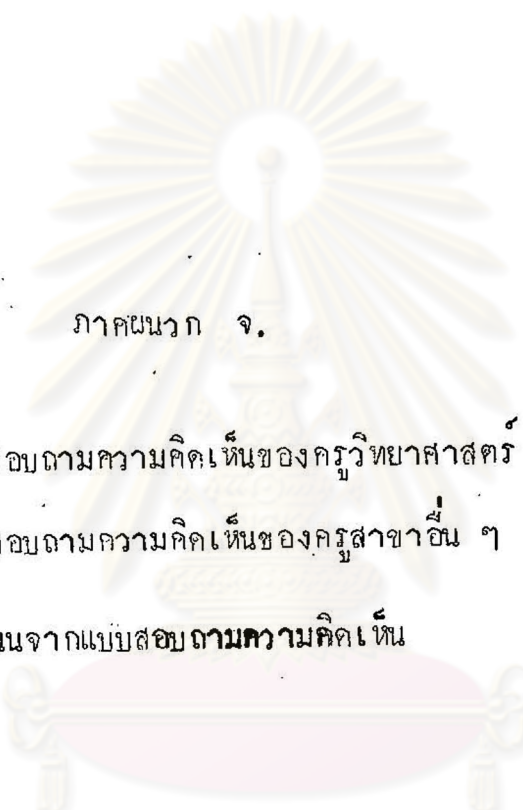
$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \frac{๓๗.๐๘ - ๒๘.๘๒}{.๗๘๐๕๘}$$

$$= ๘.๐๖๘๒๘$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๕ ค่า  $Z$  จากตาราง ๑.๘๖ ค่า  $Z$  ที่คำนวณได้ ๘.๐๖๘๒๘ มากกว่า ๑.๘๖ จึงปฏิเสธสมมติฐาน หมายความว่าไม่มีผลสัมฤทธิ์ของครูวิทยาศาสตร์ และไม่มีผลสัมฤทธิ์ของครูสาขาอื่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความรูพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของครูวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของครูสาขาอื่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ.

๑. คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์
๒. คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูสาขาอื่น ๆ
๓. การคำนวณคะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็น

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๐

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์

๐

คนที่						รวม	คนที่						รวม	
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕		
๑		๔			๑๑	๑๕	๑๒๓					๑๔	๑๒	๑๒๔
๒			๖		๑๐	๑๔	๑๒๒	๓		๒		๔	๑๖	๑๒๓
๓					๑๐	๒๐	๑๔๐					๑๕	๑๕	๑๓๕
๔					๘	๒๒	๑๔๒	๒		๒		๑๕	๑๑	๑๒๑
๕			๓		๘	๑๙	๑๓๓				๓	๑๔	๑๓	๑๓๐
๖					๙	๒๑	๑๔๑			๒		๑๓	๙	๑๑๙
๗	๑		๒		๗	๑๐	๑๓๓			๓		๑๐	๑๓	๑๓๑
๘			๔		๑๒	๑๐	๑๑๘					๑๑	๑๙	๑๓๙
๙			๓		๑๒	๕	๑๑๕			๓	๓	๘	๑๒	๑๑๙
๑๐					๑๓	๑๓	๑๓๖					๑๓	๑๓	๑๓๓
๑๑	๑		๓		๑๔	๑๐	๑๑๘	๒			๔	๑๔	๑๐	๑๒๐
๑๒			๒		๑๖	๑๒	๑๒๘					๓๐	๓๐	๑๕๐
๑๓					๓๐		๑๒๐			๔		๑๒	๑๓	๑๒๓
๑๔	๒		๓		๑๑	๑๔	๑๒๒			๔		๑๒	๑๔	๑๒๖
๑๕			๔		๑๐	๑๖	๑๒๘			๒		๑๐	๑๒	๑๓๔
๑๖	๒		๔		๑๐	๙	๑๐๙			๑		๑๙	๖	๑๒๐
๑๗					๑๒	๑๒	๑๓๒			๔		๑๖	๑๐	๑๒๒
๑๘	๔				๑๔	๙	๑๑๔					๓๐		๑๒๐
๑๙					๑๙	๑๑	๑๓๑			๒		๑๕	๑๓	๑๒๙
๒๐					๑๐	๑๒	๑๓๔	๓				๑๑	๑๖	๑๓๐

ตารางที่ ๑๐ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์

คนที่	คนที่					รวม	คนที่	คนที่					รวม
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕	
๕๑	๒		๒	๑๓	๑๓	๑๒๕	๖๑		๓	๔	๑๕	๔	๑๑๔
๕๒			๒	๑๓	๑๑	๑๒๕	๖๒			๕	๕	๒๐	๑๓๕
๕๓		๔		๑๐	๑๖	๑๒๕	๖๓					๓๐	๑๕๐
๕๔				๓๐		๑๒๐	๖๔	๑			๔	๑๑	๑๒๔
๕๕	๒	๔	๓	๕	๑๒	๑๑๕	๖๕	๒	๓	๑		๒๕	๑๔๑
๕๖				๑๕	๑๑	๑๓๑	๖๖				๕	๑๒	๑๓๒
๕๗		๔		๑๑	๑๔	๑๒๔	๖๗			๓	๕	๕	๑๒๖
๕๘		๒		๑๖	๑๒	๑๒๕	๖๘		๔			๑๕	๑๒๓
๕๙			๔	๑๕	๑๑	๑๒๓	๖๙		๓	๒		๑๓	๑๒๐
๕๐				๑๓	๑๓	๑๓๓	๗๐		๒	๒		๒๐	๑๒๐
๕๑				๓๐	๑๕	๑๕๐	๗๑		๔			๑๕	๑๒๑
๕๒	๒	๔	๔	๒๐		๑๐๒	๗๒					๓๐	๑๕๐
๕๓		๑		๑๕	๑๑	๑๒๕	๗๓				๑๒	๑๕	๑๓๕
๕๔	๒	๓		๑๓	๕	๑๑๖	๗๔	๒	๔		๑๒	๑๒	๑๒๕
๕๕		๓		๑๔	๑๓	๑๒๓	๗๕				๑๓	๑๓	๑๓๓
๕๖		๑	๓		๒๖	๑๔๑	๗๖			๓		๑๕	๑๒๕
๕๗				๑๒	๑๕	๑๓๕	๗๗		๓			๑๕	๑๒๖
๕๘		๔		๑๖	๑๐	๑๒๒	๗๘		๒		๕	๕	๑๒๕
๕๙	๑	๓	๓	๑๔	๕	๑๑๓	๗๙		๒	๒		๑๓	๑๒๓
๕๐				๒๖		๑๑๒	๘๐					๑๑	๑๓๕

ตารางที่ ๑๐ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์

คนที	คนที					รวม	คนที	คนที					รวม
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕	
๘๑		๓	๕	๕	๑๓	๑๒๒	๕๑	๓	๕			๒๓	๑๒๖
๘๒		๒		๑๔	๑๔	๑๓๐	๕๒			๕	๑๖	๖	๑๑๕
๘๓		๒	๑	๗	๒๐	๑๓๕	๕๓	๒	๑		๑๖	๑๑	๑๒๓
๘๔					๓๐	๑๕๐	๕๔		๑		๒๕		๑๑๕
๘๕		๑		๑๗	๑๒	๑๓๐	๕๕		๕		๑๓	๑๒	๑๒๒
๘๖	๑	๓		๑๔	๑๒	๑๒๓	๕๖		๓	๒		๒๕	๑๓๗
๘๗		๑		๑๔	๑๕	๑๓๓	๕๗		๖	๓	๑๔	๗	๑๑๒
๘๘		๒		๑๕	๕	๑๒๕	๕๘					๓๐	๑๕๐
๘๙		๑		๗	๒๒	๑๔๐	๕๙		๒	๓		๒๕	๑๓๘
๙๐		๒	๔	๑๓	๑๑	๑๒๓	๖๐๐		๒	๕	๑๐	๑๓	๑๒๔

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๑

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	คะแนน					รวม	คนที่	คะแนน					รวม
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕	
๑		๒		๑๔	๑๔	๑๓๐	๒๑	๓		๔	๑๕	๔	๑๑๕
๒		๔	๔	๑๓	๔	๑๑๓	๒๒		๔		๑๑	๑๕	๑๒๓
๓				๔	๒๑	๑๔๑	๒๓				๑๕	๑๕	๑๓๕
๔		๒	๔	๓	๑๓	๑๓๑	๒๔			๔	๓	๓	๑๒๒
๕				๑๒	๑๑	๑๓๔	๒๕		๓	๒	๔	๑๓	๑๒๑
๖				๔	๒๒	๑๔๒	๒๖				๑๓	๑๓	๑๓๓
๗	๔		๔	๑๕	๓	๑๑๑	๒๗	๒	๓		๑๑	๓	๑๑๕
๘				๑๔	๑๖	๑๓๖	๒๘		๓		๔	๒๑	๑๓๕
๙		๔		๒๕		๑๑๐	๒๙			๔	๑๓	๑๓	๑๒๙
๑๐		๔		๔	๑๓	๑๒๙	๓๐		๕		๑๕	๑๑	๑๒๑
๑๑				๑๑	๑๔	๑๓๙	๓๑		๒		๔	๑๑	๑๒๖
๑๒				๒๐	๑๐	๑๓๐	๓๒		๔		๑๙	๓	๑๑๙
๑๓				๑๓	๑๓	๑๓๓	๓๓				๑๑	๑๕	๑๓๙
๑๔				๑๑	๑๒	๑๓๒	๓๔				๓๐		๑๒๐
๑๕		๔		๔	๑๑	๑๒๒	๓๕				๒๖	๔	๑๒๔
๑๖				๑๒	๑๑	๑๓๔	๓๖				๒๑	๔	๑๒๙
๑๗				๒๑	๔	๑๒๙	๓๗				๑๓	๑๓	๑๓๓
๑๘			๓	๑๙	๔	๑๑๓	๓๘			๔	๑๓	๑๓	๑๒๕
๑๙				๑๕	๑๕	๑๓๕	๓๙				๕	๒๕	๑๔๕
๒๐				๑๑	๑๙	๑๓๙	๔๐		๒		๑๓	๑๕	๑๓๑

ตาราง ๑๑ (ตฉ)

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	คนที่					รวม	คนที่	คนที่					รวม
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕	
๑๑		๓		๑๑	๑๖	๑๓๐	๖๑				๒๖	๔	๑๒๔
๑๒				๒๐	๑๐	๑๓๐	๖๕	๒	๓		๑๐	๑๕	๑๒๓
๑๓				๑๑	๑๙	๑๓๙	๖๓			๖	๑๑	๑๓	๑๒๓
๑๔				๒๓	๗	๑๒๓	๖๔				๑๐	๒๐	๑๔๐
๑๕		๙	๕	๑๐	๑๑	๑๒๒	๖๕				๒๓	๙	๑๒๙
๑๖				๑๒	๑๒	๑๓๒	๖๖	๓		๙	๖	๑๓	๑๑๖
๑๗	๓	๙		๑๖	๗	๑๑๐	๖๗		๕		๑๕	๑๐	๑๒๐
๑๘				๒๓	๑๓	๑๓๓	๖๘				๑๕	๑๕	๑๓๕
๑๙			๕	๑๒	๑๕	๑๓๐	๖๙				๑๗	๑๓	๑๓๓
๒๐				๒๓	๓	๑๒๓	๗๐				๒๓	๓	๑๒๓
๒๑				๑๙	๑๑	๑๓๑	๗๑			๕	๑๒	๘	๑๒๔
๒๒				๑๖	๑๔	๑๓๔	๗๒	๒	๓		๑๐	๑๕	๑๒๓
๒๓				๑๑	๑๙	๑๓๙	๗๓		๒	๒	๑๒	๑๐	๑๒๖
๒๔				๒๔	๖	๑๒๖	๗๔		๒	๖	๑๓	๕	๑๑๕
๒๕				๒๑	๙	๑๒๙	๗๕				๑๑	๑๙	๑๓๙
๒๖		๒		๑๙	๙	๑๒๑	๗๖		๕		๑๑	๑๔	๑๒๔
๒๗	๒	๙		๗	๑๗	๑๒๓	๗๗			๗	๑๑	๑๓	๑๒๖
๒๘					๑๒	๖๐	๗๘				๒๔	๖	๑๒๖
๒๙		๖	๒		๑๐	๖๕	๗๙				๑๒	๑๒	๑๓๒
๓๐	๓			๑๓	๑๔	๑๒๕	๘๐	๕			๒๖		๑๑๒

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบ ตามความคิดเห็นของครูสาขาอื่น ๆ



คนที่						คนที่						รวม		
	๑	๒	๓	๔	๕		๑	๒	๓	๔	๕			
๘๑		๕		๑๒	๑๓	๑๒๓	๑๐๑		๓			๑๐	๑๓	๑๓๑
๘๒				๓๐		๑๒๐	๑๐๒		๔			๑๕	๑๑	๘๓
๘๓				๒๕	๕	๑๒๕	๑๐๓		๓			๑๕	๑๒	๑๒๖
๘๔				๑๑	๑๔	๑๓๔	๑๐๔		๑			๙	๒๐	๑๓๔
๘๕				๑๓	๑๓	๑๓๓	๑๐๕					๓๐		๑๒๐
๘๖				๑๒	๑๔	๑๓๔	๑๐๖					๒๑	๙	๑๒๙
๘๗			๔	๔	๑๔	๑๓๔	๑๐๗			๖		๖	๑๔	๑๓๒
๘๘				๑๓	๑๓	๑๓๓	๑๐๘	๒	๔			๑๔	๑๐	๑๑๔
๘๙	๓	๓		๑๓	๑๑	๑๑๖	๑๐๙					๑๓	๑๓	๑๓๓
๙๐				๒๒	๔	๑๒๔	๑๑๐		๓	๗		๑๒	๘	๑๑๕
๙๑				๑๓	๑๓	๑๓๓	๑๑๑		๓			๑๓	๑๕	๑๒๔
๙๒		๒		๑๑	๑๓	๑๓๓	๑๑๒					๑๓	๑๓	๑๓๓
๙๓		๓		๑๒	๑๕	๑๒๔	๑๑๓	๒	๓			๒๐	๕	๑๑๓
๙๔			๕	๒๕		๑๑๕	๑๑๔		๔			๑๔	๑๒	๑๒๔
๙๕				๑๖	๑๕	๑๓๔	๑๑๕					๑๕	๑๒	๑๓๒
๙๖		๔		๙	๑๓	๑๒๔	๑๑๖		๓	๑		๑๐	๑๔	๑๑๙
๙๗		๓		๘	๑๔	๑๓๓	๑๑๗			๖		๒๕		๑๑๔
๙๘		๔	๒	๒๐	๑๔	๑๑๕	๑๑๘		๒			๙	๑๙	๑๓๕
๙๙		๒		๑๒	๑๖	๑๓๒	๑๑๙					๑๔	๑๖	๑๓๖
๑๐๐				๑๕	๑๕	๑๓๕	๑๒๐		๒			๑๓	๑๓	๑๑๙



ตารางที่ ๑๑ (กข)

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูสาขาอื่น ๆ

คนที่						รวม	คนที่						รวม	
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕		
๑๒๑				๑๑	๑๘	๑๓๘	๑๔๑					๘	๒๑	๑๔๑
๑๒๒	๓		๓	๑๔	๑๓	๑๓๑	๑๔๒					๑๘	๑๑	๑๓๑
๑๒๓				๑๕	๑๒	๑๓๒	๑๔๓					๑๕	๑๕	๑๓๕
๑๒๔		๒	๑	๑๕	๑๒	๑๒๓	๑๔๔		๒			๑๕	๔	๑๔๖
๑๒๕				๒๒	๘	๑๒๘	๑๔๕		๔			๑๔	๑๒	๑๒๔
๑๒๖				๑๓	๑๓	๑๓๓	๑๔๖			๓		๖	๑๓	๑๓๐
๑๒๗			๔	๒๖		๑๑๖	๑๔๗			๓		๒๐	๓	๑๒๔
๑๒๘			๕	๑๔	๑๑	๑๒๖	๑๔๘					๑๘	๑๒	๑๓๒
๑๒๙				๑๕	๑๕	๑๓๕	๑๔๙					๑๒	๑๘	๑๓๘
๑๓๐			๔	๑๓	๑๓	๑๒๙	๑๕๐	๒	๓	๔		๔	๑๓	๑๒๑
๑๓๑		๓	๐	๒๓	๕	๑๑๘	๑๕๑					๑๒	๑๘	๑๓๘
๑๓๒	๑			๑๒	๑๓	๑๓๔	๑๕๒		๓			๘	๑๘	๑๓๒
๑๓๓				๑๘	๑๑	๑๓๑	๑๕๓					๑๓	๑๓	๑๓๓
๑๓๔				๑๓	๑๓	๑๓๓	๑๕๔					๑๕	๑๕	๑๓๕
๑๓๕		๑	๓	๑๐	๑๖	๑๓๑	๑๕๕					๓๐		๑๒๐
๑๓๖			๒	๑๘	๕	๑๒๓	๑๕๖		๒		๔	๒๔		๑๑๒
๑๓๗			๔	๑๖	๑๐	๑๒๖	๑๕๗		๔			๑๒	๑๔	๑๒๖
๑๓๘				๑๓	๑๓	๑๓๓	๑๕๘		๒			๑๓	๑๕	๑๓๑
๑๓๙		๒		๘	๑๘	๑๓๔	๑๕๙					๑๒	๑๘	๑๓๘
๑๔๐				๑๖	๐๔	๑๓๔	๑๖๐	๒			๔	๑๒	๑๑	๑๒๐

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูสาขาอื่น ๆ

กมที่	กมที่					รวม	กมที่	กมที่					รวม
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕	
๑๖๑		๔	๔	๕	๑๓	๑๑๑	๕๕๑			๕	๑๑	๑๕	๑๓๑
๑๖๒	๒			๑๕	๑๐	๑๒๔	๕๕๒				๑๖	๑๕	๑๓๔
๑๖๓				๑๕	๑๖	๑๓๖	๕๕๓		๓	๕	๕	๑๕	๑๒๓
๑๖๔		๓		๑๑	๑๖	๑๓๐	๕๕๔		๒	๕	๑๕	๕	๑๒๐
๑๖๕				๑๕	๑๖	๑๓๖	๕๕๕		๓		๑๕	๑๓	๑๒๙
๑๖๖	๑		๑๐		๑๕	๑๒๖	๕๕๖				๕	๒๑	๑๔๑
๑๖๗				๒๖	๕	๑๒๔	๕๕๗				๒๓	๗	๑๒๙
๑๖๘				๒๐	๑๐	๑๓๐	๕๕๘		๒		๑๑	๑๙	๑๓๓
๑๖๙			๗		๒๓	๑๓๖	๕๕๙		๕		๑๖	๑๐	๑๒๒
๑๗๐		๒		๑๑	๑๗	๑๓๓	๕๖๐				๓๐		๑๒๐
๑๗๑		๒		๑๕	๑๓	๑๒๙	๕๖๑				๑๕	๑๕	๑๓๕
๑๗๒			๓	๑๕	๑๒	๑๒๙	๕๖๒				๑๙	๑๓	๑๓๓
๑๗๓				๒๐	๑๐	๑๓๐	๕๖๓			๕	๕	๑๖	๑๓๑
๑๗๔		๒		๑๕	๑๐	๑๒๖	๕๖๔				๑๕	๑๕	๑๓๕
๑๗๕		๕		๑๐	๑๖	๑๒๘	๕๖๕		๕		๒๒	๕	๑๑๖
๑๗๖				๑๕	๑๒	๑๓๒	๕๖๖		๓	๕	๒๑	๒	๑๑๒
๑๗๗				๑๕	๑๑	๑๓๑	๕๖๗				๑๕	๑๒	๑๓๒
๑๗๘				๓๐		๑๒๐	๕๖๘		๓	๖	๕	๑๒	๑๒๐
๑๗๙		๕		๗	๑๕	๑๓๑	๕๖๙			๗	๗	๑๖	๑๒๙
๑๘๐				๑๓	๑๙	๑๓๗	๕๗๐		๓		๑๕	๕	๑๒๒

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจของครูสาขาอื่น ๆ

พื้นที่	คะแนน					รวม	พื้นที่	คะแนน					รวม
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕	
๒๐๑		๓		๑๑	๑๖	๑๓๐	๒๒๑				๑๓	๑๓	๑๓๓
๒๐๒				๑๕	๑๑	๑๓๑	๒๒๒	๒			๑๐	๑๕	๑๓๕
๒๐๓			๕	๑๕	๑๑	๑๒๓	๒๒๓			๖		๒๕	๑๓๕
๒๐๔				๒๓	๓	๑๒๓	๒๒๔				๑๕	๑๖	๑๓๖
๒๐๕	๒	๕		๑๒	๑๒	๑๑๕	๒๒๕				๑๕	๑๒	๑๓๒
๒๐๖				๑๖	๑๕	๑๓๕	๒๒๖			๓	๑๕	๑๓	๑๓๐
๒๐๗				๒๐	๑๐	๑๓๐	๒๒๗	๒	๕		๕	๒๐	๑๒๖
๒๐๘				๑๕	๑๖	๑๓๐	๒๒๘				๑๒	๑๕	๑๓๕
๒๐๙		๕		๑๒	๑๓	๑๑๓	๒๒๙			๓	๑๐	๑๓	๑๒๖
๒๑๐		๓		๒๓		๑๑๕	๒๓๐				๑๓	๑๓	๑๓๓
๒๑๑				๑๕	๑๕	๑๓๕	๒๓๑		๑	๓	๕	๑๓	๑๓๒
๒๑๒			๑๐	๕	๑๒	๑๒๒	๒๓๒				๓๐		๑๒๐
๒๑๓				๒๕	๖	๑๒๖	๒๓๓		๑		๑๕	๑๒	๑๒๒
๒๑๔			๕	๑๒	๑๕	๑๓๐	๒๓๔		๑		๑๖	๑๓	๑๓๑
๒๑๕				๑๓	๑๓	๑๓๓	๒๓๕				๑๓	๑๓	๑๓๓
๒๑๖		๕		๑๑	๑๕	๑๒๓	๒๓๖		๒		๑๕	๑๕	๑๒๖
๒๑๗				๒๐	๑๐	๑๓๐	๒๓๗				๕	๑๕	๑๒๕
๒๑๘		๒	๒	๑๑	๑๑	๑๒๑	๒๓๘		๒		๑๓	๑๕	๑๓๑
๒๑๙				๑๓	๑๓	๑๓๓	๒๓๙			๓	๑๕	๕	๑๒๑
๒๒๐			๒	๑๕	๑๓	๑๓๑	๒๔๐				๑๕	๑๑	๑๓๑

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูสุฯ วิทยาลัย ฯ

พื้นที่	พื้นที่ ๑					รวม	พื้นที่	พื้นที่ ๒					รวม
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕	
๒๔๑			๓	๔	๑๔	๑๒๓	๒๖๑			๓	๑๒	๑๕	๑๓๒
๒๔๒		๒	๒	๑๑	๑๕	๑๒๔	๒๖๒		๓	๓	๓	๑๓	๑๒๔
๒๔๓				๑๔	๑๑	๑๓๑	๒๖๓		๒		๒	๑๔	๑๑๖
๒๔๔				๑๓	๑๓	๑๓๓	๒๖๔		๒		๑	๑๔	๑๒๕
๒๔๕				๑๖	๑๕	๑๓๕	๒๖๕				๑	๑๒	๑๓๒
๒๔๖			๓	๑๓	๑๕	๑๓๑	๒๖๖			๔	๑	๑๒	๑๓๕
๒๔๗		๒	๔	๒๔		๑๒๒	๒๖๗				๑๖	๑๕	๑๓๕
๒๔๘				๒๑	๑	๑๒๔	๒๖๘	๒	๓		๑๑	๑๕	๑๒๒
๒๔๙	๒	๓		๕	๒๐	๑๒๔	๒๖๙				๑๓	๑๓	๑๓๓
๒๕๐		๔		๑๒	๑๕	๑๒๖	๒๗๐			๑๑	๑	๑๑	๑๑๐
๒๕๑				๑๓	๑๓	๑๓๓	๒๗๑		๒		๒๑	๓	๑๒๓
๒๕๒				๑๒	๑	๑๓๔	๒๗๒		๑		๑๓	๑๒	๑๓๐
๒๕๓		๒	๖	๕	๑๓	๑๒๓	๒๗๓				๑๖	๑๕	๑๓๕
๒๕๔				๑๓	๑๓	๑๓๓	๒๗๔			๔	๒๓	๓	๑๑๔
๒๕๕		๓		๑๕	๑๒	๑๒๖	๒๗๕		๓	๔	๑	๑๕	๑๒๕
๒๕๖				๒๖	๕	๑๒๕	๒๗๖			๓	๑๕	๑๒	๑๒๔
๒๕๗				๑๑	๑๔	๑๓๔	๒๗๗				๑	๑๒	๑๓๒
๒๕๘				๑๓	๑๓	๑๓๓	๒๗๘		๒	๕	๑	๑๕	๑๒๖
๒๕๙			๔	๑๓	๑๓	๑๒๔	๒๗๙				๑๖	๑๕	๑๓๕
๒๖๐		๔		๑๕	๑๑	๑๒๓	๒๘๐			๔	๑	๑	๑๒๕

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

คะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของครูสาขาอื่น ๆ

คนที่	คนที่ ๑					รวม	คนที่	คนที่ ๒					รวม	
	๑	๒	๓	๔	๕			๑	๒	๓	๔	๕		
คนที่ ๑		๒	๒	๕	๒๑	๑๓๕	๒๙๑					๒๓	๑๓	๑๓๖
คนที่ ๒				๑๓	๑๓	๑๓๓	๒๙๒					๑๕	๑๕	๑๓๕
คนที่ ๓			๔	๕	๑๕	๑๓๐	๒๙๓	๕		๕		๕	๑๓	๑๒๑
คนที่ ๔				๑๕	๑๑	๑๓๑	๒๙๔					๑๕	๑๑	๑๓๑
คนที่ ๕		๓	๕	๔	๑๕	๑๒๕	๒๙๕					๑๖	๑๕	๑๓๕
คนที่ ๖		๓		๑๓	๑๕	๑๒๕	๒๙๖			๖		๑๐	๑๕	๑๒๕
คนที่ ๗		๓		๑๕	๑๕	๑๓๓	๒๙๗					๑๕	๑๒	๑๓๒
คนที่ ๘				๑๕	๑๑	๑๓๑	๒๙๘					๓๐		๑๒๐
คนที่ ๙				๑๖	๑๕	๑๓๕	๒๙๙		๕			๑๐	๑๖	๑๒๕
คนที่ ๑๐				๑๕	๑๒	๑๓๒	๓๐๐		๕			๑๓	๑๕	๑๒๑

- ของ ๑ หมายถึง ไม่เห็นควยอย่างมาก
- ของ ๒ หมายถึง ไม่เห็นควย
- ของ ๓ หมายถึง ไม่มีความเห็น
- ของ ๔ หมายถึง เห็นควย
- ของ ๕ หมายถึง ไม่เห็นควยอย่างมาก

การคำนวณคะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็น

คนที่ ๑ ตอบ	ไม่เห็นด้วย	๔	ขอ	เห็นคะแนน	๔ X ๒	๘
	เห็นด้วย	๑๑	ขอ	เห็นคะแนน	๑๑ X ๔	๔๔
	เห็นด้วยอย่างมาก	๑๕	ขอ	เห็นคะแนน	๑๕ X ๕	๗๕
				รวมคะแนน		๑๒๗

(คนที่ตอบได้คะแนนเกินกว่า ๕๐ คะแนน ถือว่า " เห็นด้วย " กับแบบสอบถาม)

ครูวิทยาศาสตร์ ๑๐๐ คน ได้คะแนนเกิน ๕๐ คะแนนทั้ง ๑๐๐ คน คิดเป็น ๑๐๐%

ครูสาขาอื่น ๆ ๓๐๐ คน ได้คะแนนเกิน ๕๐ คะแนนทั้ง ๓๐๐ คน คิดเป็น ๑๐๐%

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.

แบบเรียนวิชาชีววิทยามัธยมศึกษาปีที่ ๕  
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง

สภาวะแวดล้อมและการอนุรักษ์ธรรมชาติ

- น้ำเสีย
- อากาศเป็นพิษ
- เสียงรบกวน

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สภาวะแวดล้อมและการอนุรักษ์ธรรมชาติ

ในระยะเวลาไม่กี่ปีมานี้ นักเรียนคงจะเคยได้ยินหรือได้อ่านเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมสกปรกย่อย ๆ บางคนอาจจะเริ่มสงสัยว่า โลกเรากำลังจะเข้าสู่ขั้นวิกฤตแล้วหรืออย่างไร ในเมื่อทุกสิ่งทุกอย่างดูจะเป็นพิษ เป็นภัยไปเสียหมด ทำอะไรก็ จะก่อให้เกิดปัญหา รับประทานอะไรก็ดูจะมีอันตรายไปเสียทุกอย่าง ด้วยเหตุนี้เอง นักเรียน จึงควรได้มีโอกาสเรียนรู้สาเหตุของพิษภัยต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจปัญหาอันแท้จริง ใคอย่างถูกต้อง

ความต้องการสิ่งต่าง ๆ และความจำเป็นที่มนุษย์จะต้องยุ่งเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม กำลังเพิ่มมากขึ้น อยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องมาจากอัตราการเพิ่มประชากรของมนุษย์นั้น เป็น ไปโดยรวดเร็วอย่างน่าเป็นห่วง ซึ่งนักเรียนก็ได้เคยเรียนมาแล้วจากบทเรียน ม.ศ. ๔ เรื่องประชากร การขยายตัวทางอุตสาหกรรม การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงธรรมชาติเป็น ไปอย่างกว้างขวาง ที่ดินถูกบุกเบิกเพื่อการกสิกรรม การเลี้ยงสัตว์ การโค่นถางป่า การสร้างเขื่อน ขุดคลอง การชลประทาน การเพิ่มผลผลิตทางกสิกรรม โดยการใส่ปุ๋ย การทำเหมือง การพังทลายของดิน นอกจากนี้ยังมีผลที่เกิดตามมาจาก กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างมากมาย ซึ่งทั้งหมดนี้ต่างก็ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ธรรมชาติขึ้นไม่มากนักเลย ปัญหาที่จะต้องได้รับความสนใจก็คือ การเปลี่ยนแปลงบางอย่าง นั้น อาจจนำอันตรายหรือความเสียหายมาสู่มนุษย์ได้ในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเปลี่ยนแปลงซึ่งมีมากจนไม่สามารถจะทำให้ธรรมชาติปรับตัวกับสภาวะเดิมได้อีก ซึ่ง เป็นการทำลายความสัมพันธ์ของธรรมชาติ ที่มีมาแต่ดั้งเดิม อันจะเกี่ยวโยงไปถึงโลกของ สิ่งมีชีวิต อันมีความซับซ้อนนั้นอีกด้วย

นักเรียนได้เคยเรียนมาจากบทเรียนนี้ว่า ม.ศ. ๔ แล้วว่า โลกของสิ่งมีชีวิต นั้นย่อมมีความสัมพันธ์ และมีการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงภายนอกที่เกิดขึ้น เพื่อให้ อยู่ในสภาวะสมดุลย์ธรรมชาติอยู่เสมอ ซึ่งการปรับตัวนี้มีความยืดหยุ่น ใคมากพอสมควร ความสามารถในการยืดหยุ่นนั้นว่ามีประโยชน์ต่อมนุษย์ เพราะทำให้มนุษย์สามารถดัดแปลง



ธรรมชาติใบบาง แต่การคัดแปลงนี้จำเป็นจะต้องมีขอบเขตจำกัด ถ้าเกินเลยขอบเขตนั้นแล้ว โลกของสิ่งมีชีวิตย่อมไม่สามารถปรับตัวให้กลับสู่สภาวะสมดุลได้อีก ซึ่งในปัจจุบันนี้ก็มีตัวอย่างอยู่มากมายที่แสดงให้เห็นว่า มนุษย์ได้คัดแปลงธรรมชาติจนเกินขอบเขตจำกัดนี้ไปแล้ว และทำให้เกิดความเสื่อมโทรมขึ้นในโลกของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นในสภาวะธรรมชาติ ไม่ว่าจะบนบก ในน้ำจืด หรือในทะเลก็ตาม และยังรวมไปถึงการที่สัตว์และพืชมากมายหลายชนิดที่ของสูญพันธุ์ไปด้วย มนุษย์นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งในโลกของสิ่งมีชีวิต ทรัพยากรธรรมชาติที่เราใช้ก็เป็นส่วนหนึ่งในโลกของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นการป้องกันรักษาโลกของสิ่งมีชีวิต ทรัพยากรธรรมชาติที่เราใช้ก็เป็นส่วนหนึ่งในโลกของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นการป้องกันรักษาโลกของสิ่งมีชีวิต ให้ดำรงอยู่ได้ จึงนับเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่มนุษย์จะต้องให้ความสนใจ

คงได้กล่าวมาแล้วว่าตามปกติธรรมชาติจะมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนและมีการปรับตัวให้เขาสู่สภาวะสมดุลอยู่เสมอ นักเรียนลองพิจารณาสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในใกล้ตัวคุณมนุษย์ สัตว์ และพืชต่าง ๆ ก็ไหลออกซิเจนเพื่อการหายใจ และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่บรรยากาศ นักเรียนพอจะนึกถึงปรากฏการณ์อื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้มีการเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศใบบางหรือไม่ คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกกำจัดไปจากบรรยากาศโดยขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งจะช่วยให้ได้ออกซิเจนกลับคืนมา และใช้ในการหายใจของสิ่งมีชีวิตได้ใหม่

ระบบการถ่ายเทสารอาหารก็เช่นกัน มีการถ่ายเทจากผู้ผลิตซึ่งเป็นพืชไปสู่ผู้บริโภคหลายลำดับขั้น เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง บรรดาผู้อยู่ชั้นหรือสัตว์ก็จะทำการย่อยสลายซากของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ให้กลับกลายเป็นอินทรีย์สารไปใช้ประโยชน์สำหรับพืชได้ใหม่อีก การหมุนเวียนถ่ายเทกันนี้ทำให้ธรรมชาติสามารถปรับตัวเองให้เขาสู่สภาวะสมดุลได้

ในกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้นในช่วงหนึ่งช่วงใดของวัฏจักร เช่น เกิดมีคาร์บอนไดออกไซด์มากมายจนพืชไม่สามารถนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสงได้หมด ปริมาณของก๊าซนี้ในบรรยากาศก็จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งทำให้เสียดุลย์ธรรมชาติไป ดังนั้นจึงต้องพิจารณาแก้ไขที่ต้นเหตุของการที่มีปริมาณของก๊าซนี้เพิ่มมากขึ้นผิดปกติ

เพื่อแก้ไขปัญหาสภาวะแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลงนั้น เราจะต้องนึกถึงสาเหตุที่แท้จริง คิดถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น แล้วหาวิธีการ รวมทั้งยอมลงทุนในการที่จะแก้ไขปัญหานี้ในสภาวะสังคมแต่ละแห่งอาจมีความจำเป็นไม่เหมือนกัน ดังนั้นความจำเป็นและความต้องการปรับปรุงความเสื่อมโทรมของแต่ละแห่ง อาจจะแตกต่างกันไป จะต้องมีการตัดสินใจว่าปัญหาแต่ละที่เห็น เช่นไร จะยอมให้มีการทิ้งหรือสะสมตัวการแห่งความสกปรกนี้ไ้มากน้อยเท่าใด และในลักษณะเช่นไร โดยที่จะไม่มีผลกระทบกระเทือนถึงสุขภาพของมนุษย์ พืช สัตว์ และให้มีการกระทบกระเทือนถึงทรัพยากรธรรมชาติน้อยที่สุด

คำว่า " พอลลูชัน " (Pollution) เป็นคำซึ่งมีความหมายกว้างออกไปมากและในปัจจุบันก็เป็นที่ชกนใจนึกปากของคนทั่วไป เราอาจจะให้ความหมายของพอลลูชันไว้กว้าง ๆ ใควา เป็นผลจากการกระทำใด ๆ ของมนุษย์ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในธรรมชาติ เช่น การเพิ่มสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นในธรรมชาติ หรือทำให้สภาวะปกติของธรรมชาติ ณ ที่แห่งหนึ่งนั้นเปลี่ยนแปลงไป

จะเห็นได้ว่ากรณีที่ธรรมชาติเสื่อมโทรมลงไปเพราะปัญหาของพอลลูชันนั้น เป็นปัญหาซึ่งเกี่ยวพันกันทั้งทางคาน เคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ซึ่งต่างก็มีผลเกี่ยวโยงซึ่งกัน และกันทั้งสิ้น นอกเหนือไปจากพอลลูชันที่เกิดกับน้ำ อากาศ และดิน ที่ได้ยื่นกันอย่างแพร่หลายแล้ว เสี่ยงการทำลาย ความสวยงามของธรรมชาติ และสถานการณ์อื่น ๆ อีกหลายอย่าง ก็ถือว่ามีส่วนเกี่ยวกับพอลลูชันทั้งสิ้น ปัญหาบางเรื่อง เช่น บรรดาของเสียต่าง ๆ ที่จะทิ้ง ก็เป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัด เพราะมีผลกระทบกระเทือนโดยตรงต่อสุขภาพ ปัญหาบางเรื่องมองเห็นได้ง่ายเพราะตรงไปตรงมา บางเรื่องก็มองยาก เพราะไม่ไ้มีผลที่เกิดขึ้นโดยตรงที่ทันใด และอาจจะมีคามสำคัญน้อย อย่างไรก็ตาม เราต้องมองดูสภาวะแวดล้อมและความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นอย่างกว้างขวางทุกแห่งทุกมุม โดยไม่คำนึงถึงว่าตัวการที่เป็นปัญหาคือ ของเหลว ก๊าซ หรือของแข็ง แต่เพื่อความสะดวกในการเรียนจะได้แยกพอลลูชันที่สำคัญ ๆ ไว้เป็นหมวดหมู่ต่อไป

น้ำเสีย (Water Pollution)

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิต ไม่วาจะเป็นสัตว์ หรือพืช คนได้ใช้ประโยชน์

จากน้ำอย่างมากมาย ซึ่งในขณะที่เดียวกันก็เป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง สภาวะแวดล้อมขึ้น ดังนั้นจึงเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะความต้องการน้ำของมนุษย์ ก็เพิ่มขึ้น ความสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ เพื่อนำมาใช้ ประโยชน์ได้ ในการเปลี่ยนแปลงนี้บางครั้งก็เป็นประโยชน์ แต่ในบางครั้งอาจจะเป็นโทษ ได้ สถานการณ์ในปัจจุบันทำให้ต้องเพิ่มความระมัดระวังที่จะหลีกเลี่ยงความผิดพลาดหรือ ความเสื่อมโทรมอันอาจ เกิดได้จากการตัดแปลงธรรมชาติดังกล่าว

น้ำยังมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอีกด้วย กล่าวคือน้ำมีความสำคัญต่อ การเกษตร ประมง อุตสาหกรรม ประเทศไทยเป็นประเทศซึ่งอาศัยน้ำอย่างมาก จนเป็น ส่วนสำคัญในการดำรงชีวิตประจำวัน นับตั้งแต่การอุปโภค บริโภค ค้าขาย เกมสันทนาการ รวมทั้งใช้ในการระบายสิ่งโสโครก ในปัจจุบันตามเมืองใหญ่ ๆ เช่น กรุงเทพมหานคร แหล่งน้ำต่าง ๆ ลดน้อยลงไป เพราะการขยายตัวของเมือง ที่เหลืออยู่ก็มัก อยู่ในสภาพ ที่เป็นน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ เมื่อกล่าวถึงน้ำเสียโดยทั่วไปมักจะนึกถึงน้ำที่มีสีค้ำ มีกลิ่นเหม็น เป็นที่น้ำรังเกียจ แต่ในบางกรณีแหล่งน้ำบางแห่งอาจ ไม่มีสีหรือกลิ่นดังกล่าวแล้ว แต่มีสาร ที่เป็นพิษ หรือเชื้อโรคปนอยู่ หรือมีอนุภาคมินิไปจากสภาวะธรรมชาติ เนื่องจากการกระทำ อย่างใดอย่างหนึ่งของมนุษย์ ทำให้เป็นอันตรายกับสิ่งมีชีวิต ก็กล่าวว่ น้ำนั้นเสีย เช่นเดียวกัน ด้วยเหตุนี้เอง เมื่อพูดถึงน้ำเสียก็จำเป็นต้องทราบว่ น้ำนั้นจะมีไว้เพื่อวัตถุประสงค์ใด เพราะการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างกัน อาจต้องการความสะอาดแตกต่างกันได้

แหล่งที่มาของน้ำเสียที่สำคัญ คือ จากอาคารบ้านเรือน จากโรงงานอุตสาหกรรม หรือจากแหล่งกสิกรรม ในแต่ละท้องที่ความสำคัญของแหล่งที่มาของน้ำเสียนั้นจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และอาชีพส่วนใหญ่ของประชาชนในท้องที่นั้น ๆ ที่เรียกว่าน้ำเสีย จากอาคารบ้านเรือน หมายความว่าน้ำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อการชำระล้างสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งน้ำจากส้วมด้วย ซึ่งในบางแห่งส้วมจะแยกจากระบบน้ำทิ้งอื่น ๆ แต่ในบางแห่งก็มีการ ตัดต่อถึงกันได้ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมได้แก่ น้ำที่เป็นผลออกมาจากขบวนการอุตสาหกรรมนั้น ๆ น้ำที่ใช้ชำระล้างสิ่งต่าง ๆ ภายในโรงงาน น้ำที่ใช้ในการหล่อเครื่องยนต์เพื่อให้เห็น เป็นคน นักเรียนลองนึกว่ ในอาณาบริเวณใกล้ ๆ โรงเรียนนี้ มีอะไรบางอย่างที่เป็นแหล่งกำเนิด ของน้ำเสีย

### ก. สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสีย

สาเหตุที่ทำให้หน้าเสียนั้น โดยทั่ว ๆ ไปแบ่งออกได้กว้าง ๆ คือ

๑. สิ่งสกปรกที่เป็นกลาง คือ ไม่มีปฏิกิริยาทางเคมี และตัวเองไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่อาจทำให้แหล่งน้ำนั้นมีสภาวะผิดปกติได้ เช่น คินทราย ที่ถูกน้ำชะเมื่อมีฝนตกลงบนพื้นดิน ไม่มีพืชปกคลุม ทำให้เกิดการพังทลายของดินผิวหน้า น้ำจึงมีลักษณะขุ่นไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมบางประเภท และเมื่อตกตะกอนก็จะทำให้แม่น้ำลำคลองหรือเขื่อนกั้นน้ำท่วมเขิน เกิดปัญหาทางคานชลประทานและคมนาคม

๒. สิ่งสกปรกที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต น้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาหลังจากการใช้กิจกรรมบางประเภท อาจทำให้ที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตเจือปนอยู่ด้วย เช่น มีสารประกอบของสารหนู โลหะบางประเภท อาทิ ตะกั่วปรอท เป็นต้น ยาปราบศัตรูพืชต่าง ๆ ฯลฯ น้ำเสียประเภทนี้อาจเป็นภัยต่อสิ่งมีชีวิตได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น น้ำมันที่ลอยเป็นผาบนผิวน้ำ จะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการละลายของออกซิเจนจากอากาศสู่ผิวน้ำของน้ำโดยตรง ดังนั้นปริมาณออกซิเจนในน้ำบริเวณนั้นก็ลดลง หรืออาจจะเป็นอันตรายต่อการหายใจของสิ่งมีชีวิตได้

๓. เชื้อโรคต่าง ๆ จุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคมัยไซ์เจ็บต่าง ๆ อาจมีโอกาสปะปนมากับน้ำ ทำให้มีการติดต่อกัน และอาจลุกลามไปถึงขั้นเป็นโรครุนแรงได้

๔. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์หรือทางเคมีของน้ำ น้ำที่ถูกนำไปใช้ในกิจกรรมบางประเภท อาจถูกทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ค่าคง หรือกลายเป็นสภาวะเป็นกรดหรือด่าง เป็นต้น เมื่อน้ำพวกนี้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ อาจทำให้แหล่งน้ำนั้นเสียไปได้ ถ้าน้ำที่ปล่อยมานั้นทำให้แหล่งน้ำมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือทางเคมีเปลี่ยนไปจากเดิม นักเรียนพอจะบอกได้หรือไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์หรือเคมีนั้น ไปกระทบกระเทือนกับทางชีววิทยาได้อย่างไร

๕. สิ่งสกปรกที่สามารถถูกย่อยสลายได้ แหล่งน้ำนั้น ๆ อาจได้รับอินทรีย์สารต่าง ๆ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถทำการย่อยสลายได้ เช่น ซากพืช สัตว์ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทอาจมีอินทรีย์สาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรตปนอยู่มาก ตัวอย่างได้แก่โรงงานปลาป่น โรงงานผลิตนม โรงโม่แป้ง โรงงานทำอาหารกระป๋อง เป็นต้น

จากสาเหตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว นักเรียนอาจจะแยกออกได้หรือไม่ว่า น้ำเสีย  
ที่มาจากบ้านเรือนและน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้นจะมีอะไรปนอยู่ไ้บ้าง

นักเรียนทราบแล้วว่ แบคทีเรียมีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง ทั้งในน้ำ ในดิน และใน  
อากาศ แบคทีเรียส่วนมากจะไ้ผลิตพลังงานสำหรับการดำรงชีวิตและสร้างเซลล์ใหม่ โดยวิธี  
สังเคราะห์ทางเคมี ดังนั้น จึงแบ่งแบคทีเรียออกไ้เป็นสองชนิดใหญ่ ๆ คือ autotrophic  
bacteria และ heterotrophic bacteria

Autotrophic bacteria แบคทีเรียชนิดนี้จะไ้ใช้ออกซิเจนในรูปของสารอิสระ  
ในการออกซิไ้คาร์บอนหรือยีสสาร เพื่อให้ไ้พลังงาน และจะไ้ใช้คาร์บอนซึ่งมีอยู่ในคาร์บอนได-  
ออกไซด์นอกจากนี้ยังสามารถสังเคราะห์อินทรีย์สารต่าง ๆ ในเซลล์ของมันไ้จากอินทรีย์-  
สาร ตัวอย่างของแบคทีเรียพวกนี้ซึ่งไ้ใช้ในการกำจัดน้ำโสโครกไ้แก่ nitrifying  
bacteria ซึ่งสามารถเปลี่ยนแอมโมเนียไ้เป็นไนเตรตไ้

Heterotrophic bacteria ไ้แก่แบคทีเรียที่ต้งไ้ใช้อินทรีย์สารเป็นแหล่ง  
ของพลังงานและไ้ใช้คาร์บอนจากอินทรีย์สารนั้นด้วย แบ่งออกเป็น ๓ ชนิด คือ (แอโรบิก  
แบคทีเรีย) คือ แบคทีเรียที่ต้งไ้ใช้ออกซิเจนในรูปของสารอิสระในการเผาผลาญอาหาร  
anaerobic bacteria (แอนแอโรบิก แบคทีเรีย) คือแบคทีเรียพวกที่สามารถ  
ดำรงชีวิตอยู่ไ้ทั้งแบบ aerobic และ anaerobic ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจน  
ในสภาวะแวดล้อมที่มันอยู่

ข. สิ่งโสโครกที่เป็นอินทรีย์สารทำไ้หน้าเสียไ้โดยอย่างไร

เมื่อสิ่งโสโครกซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และ  
กำมะถันที่เป็นอินทรีย์สารถูกถ่ายเทลงสู่แหล่งน้ำจะเกิดการย่อยสลายโดยพวก aerobic  
bacteria ผลของการย่อยสลายนี้จะทำไ้ใ้หน้า คาร์บอนไดออกไซด์ และสารประกอบ  
ในเตรคซึ่งพื้หน้า เช่นสาหร่าย น้ำไปไ้ใช้ในการเจริญเติบโตได้ พื้หน้าเหล่านั้นนอกจากจะเป็น  
อาหารของปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ แล้ว ยังมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำซึ่งสูญเสีย  
ไปเนื่องจากการย่อยสลายของพวก aerobic bacteria นักเรียนคงต้งไ้ควาพื้ช  
ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำไ้โดยอย่างไร นอกจากนี้ออกซิเจนในน้ำส่วนหนึ่งยังไ้มาจาก



ในการวัดปริมาณ BOD ถ้าจะวัดทั้งหมดจะต้องใช้เวลาหลายสัปดาห์ ตามหลักสากลนิยม ใช้เวลา ๕ วันในการวัดค่า BOD ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส ในที่นี้จะกล่าวถึงการหา BOD โดยสังเขปเท่านั้น คือ เอาตัวอย่างน้ำเสียใส่ขวดสองขวด เอาขวดหนึ่งมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนโดยทันที สมมติว่าได้ ๘.๑ มิลลิกรัมต่อลิตร เอาอีกขวดหนึ่งปิดจุกให้แน่นไม่ให้อากาศเข้าได้ เก็บไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ วัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจน สมมติว่าได้ ๘.๘ มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ไป หรือ  $BOD = ๘.๗๒$  มิลลิกรัมต่อลิตร นักเรียนให้เหตุผลได้หรือไม่ว่าทำไมจึงต้องเก็บขวดที่สองไว้ในที่มืด

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า aerobic bacteria ย่อยสลายอินทรีย์สารได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นส่วนใหญ่ และภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีกลิ่น ดังนั้นการย่อยสลายโดยวิธีนี้จึงไม่มีกลิ่นเหม็น แต่ถ้ามินทรีย์สารที่ทิ้งในน้ำมีมาก หรือพุ่งกระจาย ๆ ค่า BOD สูง ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดจนย่อยลง aerobic bacteria ก็จะลดจนย่อยลงควยอินทรีย์สารจะถูกสลายควย anaerobic bacteria และ facultative bacteria ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซต่าง ๆ ซึ่งมีกลิ่น เหม็น มีเทน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้เองที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น และสีของน้ำผิดไป ที่เราเรียกวาน้ำเน่า

ง. อันตรายจากน้ำเสียอันเนื่องมาจากสิ่งที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต

สารที่เป็นพิษโดยมากเป็น อินทรีย์สารเช่น สารหนู กรด คลาง ปรอต แคดเมียม ตะกั่ว เป็นต้น หรืออาจเป็นอินทรีย์สาร เช่น ยาฆ่าแมลง เป็นต้น สารเหล่านี้ถ้ามีเป็นจำนวนมาก จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ เช่น อาจทำให้ปลาตายได้ แคดเมียมมีปริมาณไม่มาก พิษ และสีตัวน้ำบางชนิดจะสะสมสิ่งมีพิษเหล่านี้ไว้ในตัว ซึ่งจะเนืออันตรายต่อประชาชนผู้บริโภคอีกต่อหนึ่ง ดังที่นักเรียนคงจะนึกถึงความสัมพันธ์กันในรูปของสายใยอาหารหรือห่วงโซ่อาหารที่เรียนมาแล้วใน ม.ศ. ๔ สารที่เป็นอันตรายก็คือ ตะกั่ว ปรอต แคดเมียม ซึ่งจะไดกล่าวถึงพิษของสารเหล่านี้ในเรื่องอากาศเป็นพิษต่อไป

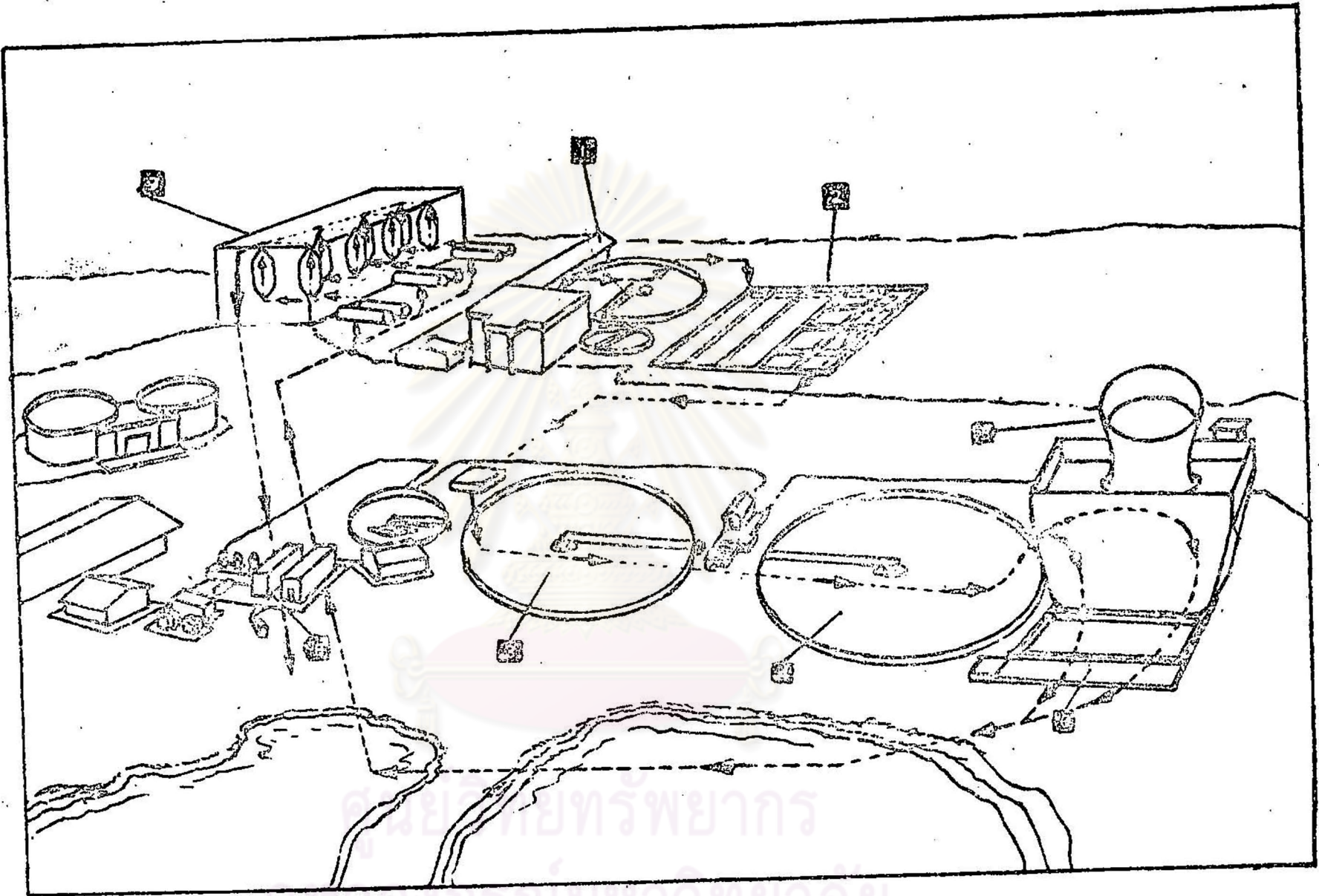
จ. การกำจัดน้ำเสีย

๑. ขบวนการกำจัดสิ่งที่ไม่ละลาย สิ่งที่ไม่ละลาย อาจลอย หรือจม ซึ่งจะ

แยกออกได้โดยกระบวนการทางฟิสิกส์ ซึ่งมีวิธีการต่าง ๆ กัน เช่น ใช้ตะแกรงแยก แยก  
ด้วยแรงเหวี่ยง การกวาด เช่นทำเป็นกระดานขวางทางน้ำไหล สิ่งที่ลอยติดอยู่ ใช้การ  
กรอง การทำให้อลอย เช่น ของลอยที่มีอนุภาคเล็ก ๆ ตกตะกอนได้ยาก ใช้วิธีอัดอากาศ  
เข้าไปเพื่อให้พองอากาศ เกาะกับอนุภาคของของลอย ทำให้ลอยขึ้นสู่น้ำ รวมตัวกันหนา  
แน่นพอที่จะกวาดออกได้ง่าย และขั้นตอนต่อไปก็เป็นการตกตะกอน โดยการกักน้ำเสียไว้เป็น  
ระยะเวลาหนึ่งในถังหรือบ่อตกตะกอน จนกระทั่งตะกอนต่าง ๆ จมลงสู่ก้นถัง การขจัดน้ำ  
เสียโดยวิธีการดังกล่าว เรียกว่า เป็นการกระทำขั้นต้น การแยกเอาของแข็งออกจากรน้ำเสีย  
โดยการตกตะกอน สามารถลด BOD ของน้ำได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสียนั้น ๆ

๒. ขบวนการกำจัดสิ่งที่ย่อยน้ำ สิ่งที่ย่อยน้ำอาจทำได้ทั้งขบวนการ  
ทางชีววิทยา ขบวนการทางเคมีและขบวนการทางฟิสิกส์ เคมี ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสีย  
นั้น ๆ หลักการสำคัญของขบวนการทางชีววิทยา ถือว่าเป็นการกระทำในขบวนการกำจัด  
น้ำเสียขั้นที่สอง คือใช้แบคทีเรียทำคายอินทรีย์สารที่อยู่ในน้ำ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอาจเป็น  
ไปได้ทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน ทั้งนี้โดยวิธีการต่าง ๆ ช่วยช่วยเพื่อเร่ง  
ปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น และเพื่อให้ได้ผลเต็มที่ เช่น การพ่นพองอากาศลงไปในน้ำ เป็นต้น  
ส่วนขบวนการเคมีนั้น เป็นการนำปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อไปช่วยเร่งปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ให้  
เร็วขึ้น เช่น การเติมสารส้มเพื่อช่วยในการตกตะกอน หรือการเติมคางลงไป เพื่อลด  
ปริมาณกรดในน้ำโสโครก เป็นต้น ขบวนการทางฟิสิกส์เคมีคือการนำปฏิกิริยาทางฟิสิกส์  
เคมี เช่นการใช้คาร์บอนเพื่อการดูดซับ เป็นต้น ขบวนการทางเคมีและทางฟิสิกส์เคมีนี้ ถือ  
ว่าเป็นการกระทำในขบวนการกำจัดน้ำเสียขั้นที่สาม นักเรียนจะศึกษารายละเอียดของ  
ขบวนการต่าง ๆ นี้ได้จากแผนภาพแสดงโรงงานกำจัดน้ำโสโครกที่ทันสมัยแห่งหนึ่ง ซึ่งได้  
แสดงไว้ใน





แผนภาพแสดงโรงงานกำจัดน้ำเสียที่ทันสมัยที่สุดแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา

สรุปลำดับขั้นการทำงานของโรงงานกำจัดน้ำเสีย

๑. การกำจัดน้ำเสียขั้นต้น โดยมีตะแกรงโลหะกัน เพื่อเก็บเอาขยะที่ลอยใต้ออกแล้วผ่านไปสู่อ่างกม เพื่อทิ้งให้เกิดการตกตะกอน ขบวนการนี้จะขจัดตะกอนไปได้ประมาณร้อยละ ๓๐ ตะกอนนี้จะถูกนำไปเผาโดยเตาพิเศษ

๒. การกำจัดน้ำเสียขั้นที่สอง โดยให้แบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สารต่าง ๆ เช่น ซากพืช สัตว์ ซึ่งจะช่วยให้มีการย่อยสลายได้ดี และเร็วขึ้นได้โดยการพองอากาศเข้าไป

๓. น้ำเสียจะถูกผ่านมายังอ่างกม เพื่อให้ตกตะกอนอีก ในขั้นนี้จะทำให้สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ถูกขจัดไปได้ถึงร้อยละ ๕๐ แต่ฟอสเฟต แอมโมเนีย และอินทรีย์สารที่ละลายน้ำไต่จะยังคงหลงเหลืออยู่

๔. การกำจัดน้ำเสียขั้นที่สามเริ่มโดยการเติมสารเคมี เช่น โซดาไฟ เพื่อทำให้ฟอสเฟตรวมตัวและตกตะกอน

๕. น้ำเสียจะผ่านไปในท่อที่มีตะแกรงเป็นชั้น ๆ แล้วปล่อยให้ น้ำผ่านลงมา การที่น้ำแตกเป็นฝอย จะทำให้แอมโมเนียออกไปในลักษณะที่เป็นก๊าซ ได้โดยอาศัยพัดลมช่วยเป่าออกทางปล่อง

๖. การเผาตะกอนจะทำให้ไคซัลคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งเก็บลงในน้ำเพื่อลดความเป็นด่างลง

๗. กรองอนุภาคต่าง ๆ ที่ยังหลงเหลือโดยผ่านหม้อกรองที่ขุ่น กรวด หินทราย และผ่านถึงกรองที่มีคาร์บอนที่ถูกกระตุ้น เพื่อช่วยขจัดความไม่บริสุทธิ์ที่ยังหลงเหลืออยู่

๘. เติมหัลเจนไดออกไซด์ เพื่อฆ่าแบคทีเรียที่ยังเหลือตกค้าง น้ำที่ผ่านออกมาจะเป็นน้ำสะอาดใส ปราศจากกลิ่น สามารถใช้ดื่มได้

๙. ปัญหาเรื่องน้ำเสีย

น้ำเสียเป็นปัญหาที่มนุษย์เราเริ่มรู้จักเป็นประเภทแรก ๆ เพราะสามารถเห็นผลร้ายจากน้ำเสียได้ง่าย ไม่เฉพาะแต่ในสถานที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เท่านั้น น้ำเสียยังเป็นผลกระทบกระเทือนไปถึงปัญหาทางเศรษฐกิจต่างๆ ดังตัวอย่างเช่นน้ำเสียทำให้

ปลาตายทำให้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำต่าง ๆ ต้องเสียหาย ซึ่งถ้าคิดเป็นจำนวนเงินแล้วก็ เป็นจำนวนมากมายทีเดียว นอกจากนี้ปัญหาเรื่องน้ำเสียวยังจะเป็นสาเหตุโยงไปถึงปัญหาอื่น ๆ มากมาย เป็นความน่าที่เนาเหม็น เป็นสาเหตุให้อากาศเป็นพิษ สิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำ เป็น-  
คนว่า ขยะมูลฝอย น้ำนั้น ทำให้เกิดสภาวะอันไม่นาดู เป็นคน

ปัญหาเรื่องน้ำเสียในเมืองไทยนับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้ เพราะเมืองไทยกำลังเริ่มมีการขยายตัวทางอุตสาหกรรม ดังนั้นน้ำเสียที่ออกมาจากโรง-  
งานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ถ้าไม่มีการปฏิบัติให้ถูกต้องแล้วก็จะทำอันตราย และทำความเสียหายให้เกิดขึ้นได้ เมืองไทยยังไม่มีระบบการระบายน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนอย่างถูกต้อง และแต่ละเมืองก็ยังไม่มีการกำจัดน้ำเสีย น้ำเสียจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง  
ไม่ว่าจะเป็นคลอง แม่น้ำ หรือทะเลก็ตาม เป็นการเพิ่มความสกปรกให้กับแหล่งน้ำนั้น ๆ และทำให้เกิดปัญหาในที่สุด

อากาศเป็นพิษ

คำว่าอากาศเป็นพิษ เราใช้สำหรับการพูดถึงอากาศซึ่งมีสิ่งแปลกปลอมอันเป็นผล  
เนื่องจากการกระทำกิจกรรมบางอย่างของมนุษย์ โดยปกติแล้วเรามักคิดถึงอากาศซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายแก่สุขภาพของมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

ปัญหาเรื่องอากาศเป็นพิษก็เช่นเดียวกับเรื่องน้ำเสีย คือเราเริ่มตื่นตัวถึงเรื่องนี้เมื่อเกิดการพัฒนาทางอุตสาหกรรม ซึ่งมีผลทำให้เกิดการมลพิษอันหรือสารขึ้นมา เกิดการ  
เผาไหม้เชื้อเพลิงรูปต่าง ๆ และในที่สุดก็มาถึงระยะหลัง ๆ ทั้งนี้มีการไ้ชยานยนต์กันเป็น  
การใหญ่ แต่สิ่งสำคัญอีกสิ่งหนึ่งที่ไม่ควรจละลืมก็คือการขยายตัวของเมืองต่าง ๆ และการ  
เพิ่มจำนวนประชากรของคนทีอาศัยอยู่ในที่ที่จำกัดนั้น ๆ กันนับว่าเป็นตัวการสำคัญในเรื่อง  
ของอากาศเป็นพิษด้วย

อากาศโดยทั่วไปก็ถือว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์ มีส่วนผสมของก๊าซต่าง ๆ หลายชนิด  
เมื่อคิดเป็นร้อยละโดยหน่วยปริมาตรจะมีก๊าซต่าง ๆ ดังนี้

ก๊าซ	การร้อยละ
ไนโตรเจน	๗๘.๐๘
ออกซิเจน	๒๐.๙๕
อาร์กอน	๐.๙๓

การ

การย่อยละ

คาร์บอนไดออกไซด์

๐.๐๒๕ - ๐.๐๓

นีออน ฮีเลียม คริปทอน ไฮโดรเจนและซีนอน ประมาณร้อยละ ๐.๑

นอกจากนี้ยังมีสารที่มีอนุภาคขนาดเล็กๆ ตั้งแต่เห็นด้วยตาเปล่าจนกระทั่งไม่สามารถเห็นด้วยตาเปล่าได้ เช่นพวกควัน ฝุ่นละอองของพวกเกลือต่าง ๆ เกสรดอกไม้ เป็นต้น

ส่วนผสมของอากาศที่กล่าวนี้หมายถึงอากาศแห้ง ซึ่งโดยปกติในอากาศจะมีไอน้ำปนอยู่ด้วยเสมอ ปริมาณไอน้ำหรือความชื้นของอากาศจะเพิ่มหรือลดได้โดยขบวนการระเหยของน้ำและขบวนการรวมตัวของไอน้ำ ปริมาณไอน้ำในอากาศจะมีประมาณร้อยละ ๔ ในเขตร้อน และมีปริมาณน้อยกว่านี้ในเขตหนาว

ก. สาเหตุที่ทำให้อากาศเป็นพิษ

สิ่งที่เป็นตัวการทำให้อากาศเป็นพิษอาจแยกได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ คือ

- ๑. พวกที่มีลักษณะเป็นของแข็ง เช่นฝุ่นละออง อนุภาคของโลหะต่างๆ
- ๒. พวกที่มีลักษณะเป็นก๊าซ ตัวอย่างเช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของไนโตรเจน

๓. พวกที่มีลักษณะเป็นของเหลว ได้แก่พวกที่มีลักษณะคล้าย ๆ ละอองหรือหยดเล็ก ๆ เช่นละอองของกรดกำมะถัน

๔. สารกัมมันตรังสี

อากาศที่เป็นพิษในแต่ละสถานที่จะมีลักษณะแตกต่างกันไป แล้วแต่ว่าสิ่งที่แปลกปลอมอยู่ในอากาศนั้นเป็นประเภทใด

อนุภาคต่าง ๆ ที่ทำให้อากาศเป็นพิษ อาจเกิดขึ้นเนื่องจากธรรมชาติ เช่นการระเบิดของภูเขาไฟ การเกิดพายุหอบเอาฝุ่นละอองต่าง ๆ ปลิวไปในอากาศ แต่อย่างไรก็ตาม การกระทำของมนุษย์มีส่วนก่อให้เกิดอนุภาคซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอากาศเป็นพิษได้อย่างมากมาย ในบางกรณีเช่นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการบด กิ่ง ตากแห้ง จะทำให้เกิดฝุ่นละอองเป็นจำนวนมาก โรงยอยหิน โรงงานอุตสาหกรรมทำน้ำกรด ซุปโลหะ ฯลฯ ก่อให้เกิดควัน ไอระเหย ไอเสีย หรือละอองลอยปะปนอยู่ในอากาศ เป็นต้น อนุภาคของสารบางชนิดก็จะเป็นอันตรายต่อร่างกาย ตัวอย่างเช่น

ตะกั่ว ไคถูกนำมาใช้ประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น แบตเตอรี่ ทำสี ผสมในน้ำมันเชื้อเพลิง ยาฆ่าแมลง พลาสติก เป็นต้น จึงทำให้ตะกั่วกระจายไปในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ตะกั่วที่ปนอยู่ในอากาศอาจจะอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์หรืออนินทรีย์ตามเมืองใหญ่ ๆ ทวีการสำคัญที่ทำให้ตะกั่วในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ได้แก่ การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ การเติมสารประกอบของตะกั่วลงในน้ำมันเบนซิน ก็เพื่อเป็นตัวเร่งการเผาไหม้และป้องกันการออกของเครื่องยนต์ สารประกอบที่ใช้น้ำมันมากเป็นเคตระเอทีลเลด ปริมาณที่ใช้ประมาณ ๒ - ๔ กรัมต่อแกลลอน เมื่อน้ำมันถูกเผาไหม้ สารประกอบของตะกั่วก็จะสลายตัว และทำปฏิกิริยากับสารประกอบของโบรมีน คลอรีน ซึ่งมีผลอยู่ในน้ำมันควาย ซึ่งออกมาทางท่อไอเสียของรถยนต์ อันตรายจากพิษของตะกั่วคือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างในเกือบทุกส่วนของระบบประสาท ทำลายเซลล์สมองและทำให้เกิดการเสื่อมสลายของเส้นโลหิตฝอย และเส้นโลหิตอื่น ๆ ตลอดจนทั้งโครงสร้างของสมอง โรคทางสมองซึ่งเกิดจากตะกั่วเป็นพิษอาจก่อให้เกิดการตกเลือด การสะสมของเหลว การบวมหรือการหดตัวของสมอง อาจก่อให้เกิดการปวดศีรษะอย่างรุนแรง คาบอด เป็นอัมพาต ความเสื่อมโทรมทางจิต นอกจากนี้ยังทำให้การสร้างเม็ดโลหิตแดงลดลง และเม็ดโลหิตแดงมีอายุสั้นเข้า และยังพบว่าถ้ามารดาได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายจะเกิดผลร้ายต่อการตั้งครรภ์ และการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์

ปรอท นักเรียนอาจจะสงสัยว่าปริมาณปรอท ในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นได้อย่างไร ในเมื่อผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยปรอทมีไม่มากเหมือนโลหะอื่น ที่คุ้นกันดีก็ได้แก่เทอร์โมมิเตอร์ หลอดไฟฟ้าที่ใช้ไอปรอท เป็นต้น แต่แหล่งที่เพิ่มปริมาณปรอทในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นนั้น ก็คือโรงงานอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปรอท หรือสารประกอบของปรอท เช่น โรงงานผลิตอุปกรณ์ทางเคมี โรงงานกระดาษ โรงงานทำสีทึบ โรงงานผลิตเครื่องสำอาง ในวงการอุตสาหกรรมมักใช้ปรอทเป็น **Catalyst** เช่น อุตสาหกรรมการผลิตก๊าซคลอรีนหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ใช้ปรอทเป็นตัวนำไฟฟ้าในขบวนการอิเล็กโทรลิซิส สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ในการผลิตนี้ปรอทสูญหายไปราวครึ่งปอนด์ต่อการผลิตก๊าซคลอรีน ๑ ตัน ในแง่ทฤษฎีแล้ว ปรอทไม่ควรจะสูญหาย เพราะเป็นเพียง Catalyst แต่เนื่องจากปรอทมี

ความดันไอสูง สามารถกลายเป็นไอได้ในอะทอมอสเฟียร์ นอกจากนี้ยังเกิดการรั่วไหลโดยทางอื่น ๆ อาการของโรคซึ่งเกิดจากปรอทเป็นพิษนั้นขึ้นอยู่กับปรอทที่เข้าสู่ร่างกายนั้นอยู่ในรูปใด และเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีใด ไอปรอทที่ปะปนอยู่ในอากาศจะเข้าสู่ร่างกายทางลมหายใจ เมื่อสูดหายใจเอาอากาศที่มีปรอทปะปนอยู่มากเข้าไปอาจจะทำให้เกิดอาการหนาวสั่น เป็นไข้ แน่นทรวงอก และอาจถึงตายได้ ถ้าสูดเอาไอของปรอทเข้าไปโดยตรงมาก ๆ ในการบริโภค ถ้าเป็นสารประกอบของปรอทชนิดกัดกร่อน เช่น เมอคิวริกไนเตรต และเมอคิวริกคลอไรด์ เมื่อผ่านเข้าไปถึงส่วนใดของทางเดินอาหาร จะทำให้เกิดการระคายเคือง อักเสบตรงบริเวณนั้นทันที ถ้าเป็นสารประกอบชนิดไม่กัดกร่อน เช่น เมทิลเมอคิวรี ซึ่งพบสะสมอยู่ในเนื้อปลา หรือติดอยู่กับเมล็ดพืชที่ผ่านการฉีดยาฆ่าแมลง ซึ่งมีส่วนผสมเป็นสารประกอบของปรอทด้วย จะไม่ทำให้เกิดอาการทันที แต่จะค่อย ๆ สะสมในร่างกายจนกระทั่งถึงจุดหนึ่งจึงแสดงอาการออกมา คือ เกิดอาการบีบตัวของทางเดินอาหาร ปวดท้อง อาเจียน ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อแขนขาเกิดอาการเกร็งตลอดเวลา ทำให้มีลักษณะผิดปกติรูปร่างไป มีผลต่อระบบประสาท สมอง นัยน์ตา อาจหมดสติ เป็นอัมพาต และถึงตายได้ ทางผิวหนัง ปรอท และสารประกอบของปรอทสามารถถูกดูดซึมผ่านผิวหนังของมนุษย์เข้าสู่กระแสโลหิตได้ ซึ่งไตกำจัดปรอทออกมาได้น้อยมาก ไม่ถึงร้อยละ ๑๐ ที่เหลือออกนั้นจะถูกสะสมไว้ในเนื้อเยื่อ เมื่อมากขึ้นจะเกิดอาการดังกล่าว

แคลเซียม แคลเซียม เกิดปะปนอยู่กับธาตุอื่นจึงเป็นผลพลอยได้จากการทำโลหะอื่นให้บริสุทธิ์ ซึ่งได้แก่ สังกะสี ทองแดง และตะกั่ว ในขบวนการเหล่านี้จะได้แคลเซียมที่เป็นฝุ่นหรือไอปะปนอยู่ในอากาศ และในที่สุดก็จะปะปนอยู่ในน้ำ และดิน พืชได้ รับแคลเซียมจากดิน และสัตว์ได้จากพืชอีกทอดหนึ่ง นอกจากนี้แคลเซียมยังถูกนำมาใช้ในวงการอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ทำยางรถยนต์ พลาสติก สี แบตเตอรี่เป็นส่วนประกอบของยาฆ่าเชื้อรา และปุ๋ยบางชนิด เป็นต้น แคลเซียม เป็นอันตรายต่อร่างกายมาก จะไปสะสมอยู่ที่ไต ทำลายหลอดไต (Ureter) อาการขั้นรุนแรงก็คือ ทำให้กระดูกยุบกร่อน ทำให้หักโคง่าย เกิดอาการเจ็บปวดอย่างรุนแรง

ควันและก๊าซต่าง ๆ ที่ทำให้อากาศเป็นพิษ ส่วนใหญ่จะเกิดจากก๊าซเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เกิดพลังงาน ที่เห็นได้ง่าย ๆ ก็คือ ยานพาหนะ และโรงงานอุตสาหกรรม ในการเผาไหม้เชื้อเพลิง จะเกิดควันและก๊าซชนิดต่างๆ แตกต่างกันไปตามชนิดของเครื่องยนต์และเชื้อเพลิงที่ใช้ ตัวอย่างที่สำคัญ ๆ คือ

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในธรรมชาติ ได้จากการระเบิดของภูเขาไฟ นักเรียนก็ทราบแล้วว่า ไม่ได้เกิดขึ้นเป็นประจำ และได้จากการสลายตัวของอินทรีย์สารที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ โดยพวกจุลินทรีย์ ซึ่งในระยะแรก การสลายอินทรีย์สารทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) ซึ่งมีกลิ่นเหม็น และหนักไคว่า เป็นตัวที่ทำให้อากาศเสียควย ต่อมาไฮโดรเจนซัลไฟด์จะถูกออกซิไดซ์โดยจุลินทรีย์ หรือโดยปฏิกิริยาเคมี ทำให้เป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ถ้ามีไอน้ำอยู่ควยก็จะทำให้เกิดเป็นกรดกำมะถันได้

นักเรียนคงจะตอบไคว่า การทิ้งสิ่งปฏิกูลให้เน่าเปื่อยโดยไม่จัดการให้ถูกสุขลักษณะ นั้นมีส่วนทำให้อากาศเป็นพิษอย่างไร และคงจะนึกถึงบทเรียนที่เกี่ยวกับการทำปุ๋ยหมักไคว่า จะตองไม่ทำใกล้กับที่อยู่อาศัย

แหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นจำนวนมากก็คือ การเผาถ่านหินและน้ำมัน เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันในโตรเจนอยู่ควย รวมทั้งการถลุงถ่านหิน การกลั่นน้ำมัน นอกจากนั้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังเป็นก๊าซที่สำคัญในวงการอุตสาหกรรมเคมี เนื่องจากใช้ทำกรดกำมะถัน ซึ่งจะนำไปสู่การทำกรดต่างๆ ตอไปอีก ดังนั้นในแหล่งอุตสาหกรรมซึ่งตองเผาไหม้เชื้อเพลิงให้เกิดพลังงานหรือใช้กรดในขบวนการต่าง ๆ จึงมักมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในอากาศมากกว่าในบริเวณอื่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสีแต่มีกลิ่นฉุน ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อผิวหนัง ระบบทางเดินของลมหายใจ ถ้าได้รับก๊าซนี้นาน ๆ จะทำให้เยื่อจมูกอักเสบ หลอดลมอักเสบอย่างเรื้อรัง ถ้าได้รับปริมาณมาก ๆ ในระยะเวลาอันสั้น อาจทำให้เนื้อเยื่อของทางเดินของลมหายใจวมหายใจไม่ออก ถึงแก่ความตายได้ เพราะฉะนั้นเมื่อได้รับควมชื้นจะรวมตัวกับน้ำเกิดเป็นกรดกำมะถันซึ่งเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ นอกจากนั้นยังเป็นอันตรายต่อพืชโดยทำให้ใบไหม้ และทำปฏิกิริยากับโลหะทำให้บุตรอนโคจาย กรดกำมะถันนี้เป็นตัวที่ทำให้อากาศเสีย

ในลักษณะของพวกที่เป็นของเหลวคั่งโคกถาวมาแล้ว ก๊าซของซัลเฟอร์ อีกชนิดหนึ่ง คือ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น ทำลายประสาทกับกลิ่น และถ้ามีความเข้มข้นสูงขึ้น จะทำลายระบบหายใจ เช่นเดียวกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนเคยทราบมาแล้วว่า ในการเผาไหม้นั้นถ้ามีก๊าซออกซิเจนอย่างเพียงพอ การเผาไหม้จะเป็นไปโดยสมบูรณ์ และก๊าซที่ได้คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ถ้ายุณหภูมิสูงและมีก๊าซออกซิเจนน้อย จะได้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ แทนคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศส่วนใหญ่มักจะมาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์ และแม้กระทั่งการสูบบุหรี่ ก๊าซนี้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เมื่อหายใจเข้าไป จะรวมกับฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง เป็นสารประกอบที่เรียกว่า คาร์บอนิล ฮีโมโกลบิน (Carbonyl hemoglobin) ก๊าซนี้สามารถรวมตัวกับฮีโมโกลบินได้ดี ดังนั้น เมื่อหายใจเอาอากาศที่มีคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าไป เลือดจึงรับออกซิเจนได้น้อยลง หัวใจจึงต้องสูบฉีดเลือดให้เร็วขึ้น เพื่อให้เลือดไหลเวียนไปทั่วร่างกาย จะต้องมีโอกาสรับออกซิเจนได้มากขึ้น ดังนั้น หัวใจและปอดจึงต้องทำงานหนักขึ้น เพื่อจะนำเอาออกซิเจนไปสู่เซลล์ให้เพียงพอกับความ ต้องการ ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับปอดและหัวใจ อาการโดยทั่ว ๆ ไป เมื่อได้รับคาร์บอนมอนอกไซด์ ก็คือ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ มึนงง ถ้าได้รับก๊าซนี้แม้จะเป็นจำนวนน้อย ๆ แต่ถ้าวานาน จะทำให้จิตใจและประสาทผิดปกติ อ่อนเพลีย ไม่มีแรง ความจำเสื่อม เบื่ออาหาร หูอื้อ คลื่นไส้ อาเจียน ถ้าได้รับก๊าซนี้เป็นจำนวนมากในระยะเวลาดังนั้น อาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แหล่งที่ทำให้ปริมาณของก๊าซนี้เพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่ในอากาศตามปกติก็คือ การเผาไหม้คั่งถาวอยู่แล้ว ในเรื่องของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ นักเรียนคงทราบแล้วว่าในธรรมชาติ ก๊าซนี้จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร แต่ตามีการเผาไหม้เชื้อเพลิงมากขึ้นจนพืชไม่สามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง ได้ทันเพื่อให้เกิดความสมดุลธรรมชาติ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกที ก๊าซนี้ตามปกติไม่ถือว่าเป็นพิษ แต่ถ้ามียูเป็นจำนวนมาก จะทำให้ส่วนประกอบของอากาศที่เหมาะสมแก่การหายใจเสียไป มีออกซิเจนได้น้อยลง ร่างกายได้รับออกซิเจนไม่พอ ก็ทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย



ก๊าซในตริคออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ ในธรรมชาติเกิดจากการเกิดฟ้าแลบ หรือฟ้าผ่า โดยไนโตรเจนและออกซิเจนในบรรยากาศจะรวมตัวกัน หรือเกิดจากปฏิกิริยาลดออกซิเจนของพวกไนเตรต ในตริคออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ อยู่คงใจกล่าวมาแล้ว ซึ่งในชั้นแรกจะเกิดในตริคออกไซด์และถูกออกไซด์ต่อไปเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ ในตริคออกไซด์ทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินได้ เช่นเดียวกับคาร์บอนมอนอกไซด์ทำให้เลือดไม่สามารถนำออกซิเจนไปเลี้ยงร่างกายได้เต็มที่ ในไนโตรเจนไดออกไซด์ทำให้เกิดความระคายเคืองแก่เยื่อทางเดินของลมหายใจ ตา และจมูก เช่นเดียวกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบระหว่างไฮโดรเจน และคาร์บอน เช่น มีเทนเอทิลีน ฯลฯ ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหิน น้ำมัน เชื้อเพลิงต่าง ๆ ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและในรถยนต์ จากขบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอนทำให้เกิดอาการระคายเคืองเยื่อเยื่อตาและคันตามผิวหนัง ไฮโดรคาร์บอนบางชนิดเมื่อสะสมอยู่ในปริมาณที่สูงอาจจะเป็นตัวเหตุของโรคมะเร็งในคนและสัตว์ได้ เช่น ได้มีการทดลองโดยฉีด benzopyrene (เบน-โซ-ไพ-รีน) ซึ่งเป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งเข้าไปในหนู ปรากฏว่าหนูมีเนื้องอกเกิดขึ้น นอกจากนี้ไฮโดรคาร์บอนยังเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดหมอกควัน กล่าวคือเมื่อไคร้แสงแดด ไฮโดรคาร์บอนจะทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของไนโตรเจน และออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศ เกิดเป็นก๊าซต่าง ๆ หลายชนิดที่สำคัญ ๆ เช่น โอโซน ก๊าซเหล่านี้เองที่ทำให้เกิดหมอกควันปนควันที่เรียก Photochemical Smog (โฟ-โต-เค-มิ-คัล-สมอก) ซึ่งหมอกควันนี้จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองของทางเดินของลมหายใจและเยื่อเยื่อตา อันจะเป็นสาเหตุของโรคทางเดินของลมหายใจได้อีกหลายชนิด และนอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อันตรายต่อพืชควย เช่น รบกวนต่อการสังเคราะห์แสงของพืชโดยการทำลายคลอโรฟิลล์ เป็นต้น

สารแก๊มมันตรังสี ในธรรมชาติตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดกับมันตรังสีในบรรยากาศได้แก่วัสดุคอสมิกจากดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่อุณหภูมิแก๊มมันตรังสีในบรรยากาศที่มีเพิ่มมากขึ้นก็เนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ควย

เช่น การทดลองอาวุธนิวเคลียร์ ซึ่งมีผลทำให้อนุภาคกัมมันตรังสีจำนวนมากมาฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศ หลังจากนั้นก็จะตกลงมายังพื้นดินโดยติดมากับลมหรือฝน แล้วเข้าสู่พืชและสัตว์ในที่สุด พวกสารกัมมันตรังสีที่คงอยู่ในสภาพซึ่งสามารถปล่อยรังสีออกมาได้เพียงชั่วระยะเวลาสั้น ๆ แล้วสลายตัวไป พวกนี้จึงนับว่าเป็นอันตรายน้อยกว่าอีกพวกหนึ่ง ซึ่งคงสภาพที่จะปล่อยรังสีออกมาได้เป็นเวลานาน เช่น สตรอนเตียม - ๙๐ และ ซีเซียม - ๑๓๗ เป็นต้น นอกจากนี้มนุษย์ยังสามารถดูดซับสารกัมมันตรังสีจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณูได้อีกด้วย ในปัจจุบันกัมมันตรังสีได้ถูกนำมาใช้เป็นประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น วงการแพทย์ อุตสาหกรรม เกมกรรม ไซพลังงานปรมาณูในการขับเคลื่อนเรือดำน้ำ ในโรงไฟฟ้า พลังงานปรมาณู เป็นต้น การใช้สารกัมมันตรังสีและพลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์มีปัญหาที่เกิดขึ้นตามมา คือการขจัดกากกัมมันตรังสี ซึ่งถ้ากระทำไม่ถูกวิธีอาจทำให้สิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้รับความเสียหายจากกัมมันตรังสีได้ อันตรายที่เกิดจากกัมมันตรังสี คือ ทำให้เต้าน้ำนม กระจกมือขม ออเจียน เกิดความผิดปกติกับโครโมโซม อาจทำให้เป็นหมัน หรือถึงแก่ชีวิตได้ อย่างไรก็ตามอาการที่เกิดขึ้นเนื่องจากการได้รับอนุภาคกัมมันตรังสีขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณของรังสีที่ได้รับ นักเรียนจะต้องนึกเสมอว่า คนเรานั้นไม่มีอวัยวะสำหรับรับความรู้สึกเกี่ยวกับกัมมันตรังสี ไม่เหมือนความร้อน แสง เสียง หรือสัมผัส ดังนั้นกัมมันตรังสีจึงเป็นภัยมืดที่เราจะต้องระมัดระวังอย่างมาก

ในโรงงานบางแห่ง เช่น โรงงานยอยหิน โรงกลึง บรรดาผงหรือเศษเล็กๆ ของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินของลมหายใจโดยที่มีฝุ่นละอองมาก ๆ เพราะจะไปทำอันตรายกับเยื่อ เช่น ciliated epithelium ได้

#### ข. ปัญหาในเรื่องอากาศเป็นพิษ

อากาศเป็นพิษไม่เพียงแต่สามารถทำอันตรายให้กับสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ดังกล่าวมาแล้วเท่านั้น สิ่งแปลกปลอมที่อยู่ในอากาศหลายชนิดยังมีผลโดยตรงต่อวัตถุต่างๆ อีกด้วย เช่น การทำให้โลหะเกิดการสึกกร่อน สิ่งก่อสร้างเสื่อมโทรมเร็ว หรือมีสีเปลี่ยนไป กระดาษ ผนัง ผ้า ฯลฯ เกิดเปลี่ยนสี ยางเปราะและเสียลักษณะ

การยืดหยุ่นไป ซึ่งนักเรียนจะเห็นได้ว่า ความเสียหายที่เมื่อคิดเป็นเงินแล้วมากมาย  
ทีเดียว

ปัญหาเรื่องอากาศเป็นพิษของแต่ละท้องถิ่นที่จะผิดกันไป ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงตัว  
การที่จะทำให้เกิดอากาศเป็นพิษเป็นสำคัญ เช่นในเมืองใหญ่ ปัญหาเรื่องไอเสียจาก  
ยานยนต์จะมีความสำคัญมาก ในเขตอุตสาหกรรมก็เปลี่ยนไปแล้วเทคนิคและลักษณะของ  
โรงงานอีก ความก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยี จะช่วยทำให้ปัญหาอากาศเป็น  
พิษลดลงได้ เช่น มีการออกแบบเครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพขึ้น ออกแบบ  
ป้องกันสิ่งที่เป็นพิษมิให้ออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือออกมาในปริมาณที่จะไม่เป็น  
อันตราย เป็นต้น นักเรียนลองสำรวจดูว่าในห้องที่ ๆ นักเรียนอยู่นั้นมีอะไรที่เป็น  
สาเหตุสำคัญของการก่อให้เกิดปัญหาอากาศเป็นพิษ และนักเรียนจะเสนอการแก้ปัญหา  
เฉพาะหน้าอย่างไรบ้าง

เสียงรบกวน (Noise Pollution)

ในบางขณะที่เราต้องการความสงบเงียบ เช่นดูหนังสือ หรือกำลังใช้ความคิด  
เสียงพูดคุยธรรมดา ๆ ก็อาจทำให้เรารู้สึกหงุดหงิด ขาดสมาธิได้ แต่บางทีเสียงที่มี  
ความดังเท่า ๆ กันเช่นเสียงดนตรีกับเสียงยานพาหนะ เราอาจทนฟังเสียงดนตรีได้  
โดยไม่รู้สึกรบกวนหู โรงเรียนที่ตั้งอยู่ใกล้ ๆ ถนนที่มีการจราจรคับคั่ง ครูจะต้องใช้  
เสียงดังขึ้น และนักเรียนจะต้องตั้งใจฟังมากขึ้น และบางครั้งครูอาจต้องหยุดสอนเพื่อ  
ให้หยุดยานบางชนิดผ่านไปก่อนจึงจะสอนได้ นักเรียนคงจะแยกออกแล้วว่าอะไรคือเสียง  
รบกวน เราอาจแยกแหล่งที่จะก่อให้เกิดเสียงรบกวนออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ คือ

๑. จากการคมนาคม ได้แก่เสียงที่เกิดขึ้นโดยยานพาหนะชนิดต่าง ๆ เช่น  
รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก เรือยนต์ เรือหางยาว เครื่องบิน เป็นต้น นอกจากนี้  
นี้ยังมีบุคคลบางจำพวกที่พยายามทำให้ยานพาหนะที่ตนเป็นเจ้าของมีเสียงดังเกินปกติ  
โดยนี้กว่าเป็นความโง่เงา แต่มีได้คำนึงถึงความรำคาญของผู้อื่น

๒. จากโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทจะมีเครื่องจักรที่ทำให้เกิดเสียงดังมาก เช่น โรงเลื่อย เบ็นตะ ถ้าไม่มีกำบังกันที่ดี เสียงที่ดังเกินขอบเขตจะทำอันตรายให้แก่ระบบประสาทบางส่วนของคนงานได้ เช่น ทำให้หูตึง เป็นโรคประสาท เป็นต้น

๓. เสียงจากครัวเรือน ได้แก่เสียงที่เกิดจากคน สัตว์เลี้ยง ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ภายในบ้าน เช่น โทรทัศน์ วิทยุ รถตัดหญ้า เครื่องสูบน้ำ อาจทำความรำคาญให้ผู้อยู่ใกล้เคียงได้

อันตรายจากเสียงรบกวนนั้น มักไม่เห็นผลโดยทันทีทันใด นอกจากเสียงบางชนิด เช่น เสียงระเบิดอย่างรุนแรงในระยะใกล้ อาจทำให้หูพิการได้ เสียงในระดับสูงเกิน ๘๐ เดซิเบล (เป็นหน่วยวัดระดับความเข้มของเสียง) ขึ้นไปมักจะทำให้เกิดความรำคาญ แต่อาจเกิดความเคยชินหรือความจำเริญ ก็อาจปรับตัวให้ทนอยู่ในสภาพนั้นได้ เสียงตามท้องถนนในกรุงเทพมหานคร มีระดับประมาณ ๘๕ เดซิเบล ซึ่งเป็นระดับที่ทำให้เกิดความรบกวน ซึ่งมีผลต่อจิตใจทำให้เกิดความหงุดหงิดได้

โดยทั่วไป เสียงรบกวนจะทำให้เกิดอันตรายได้ทั้งต่อร่างกาย และจิตใจ ผลต่อร่างกาย เช่น ทำให้หูหนวก หูตึง ค้าง เช่นที่เสียงดังมากในระยะใกล้ ๆ หรือความจำเริญที่ต้องทำงานในโรงงานที่มีเสียงดังมาก โดยไม่มีเครื่องป้องกัน ส่วนผลเสียทางด้านจิตใจจะทำให้เกิดอารมณ์ไม่ปกติ หงุดหงิด อ่อนไหวง่าย อาจเป็นโรคประสาทได้ และจากการมีความเครียดทางประสาทจะมีผลต่ออวัยวะอื่น ๆ ทำให้เกิดมีการทำงานแปรปรวนไปได้ เช่นกระเพาะ ลำไส้มีการบีบตัวลดลง เกิดอาเจียน ท้องเฟ้อ การผลิตฮอร์โมนของต่อมบางต่อมผิดปกติ เสียงรบกวนจะทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเสียงดังมาก ๆ ควรคำนึงถึงความจริงจัง และหาวิธีแก้ไข เพื่อให้คนงานทำงานได้ดีที่สุด ซึ่งจะเป็นผลดีต่อโรงงานโดยตรง

การบัญญัติศัพท์ภาษาไทยของคำว่า Pollution

เนื่องจากคำว่า Pollution ยังไม่มีการบัญญัติศัพท์เป็นภาษาไทยราชบัณฑิตยสถานจึงได้เสนอให้คณะกรรมการบัญญัติศัพท์ภาษาไทย พิจารณาเมื่อวันที่ ๓๐ เมษายน ๒๕๑๕ และที่ประชุมมีความเห็นว่า ศัพท์ Pollution ควรบัญญัติเป็นกลาง ๆ ว่า มลพิษ (อ่านออกเสียงว่า มน - ละ - พิษ) หมายความว่า พิษที่เกิดจากความมัวหมอง หรือความสกปรก ซึ่งจะนำไปประกอบคำอื่นใดทั่วไปแล้วแก่กรณี เช่น

Marine Pollution = มลพิษทางทะเล

Air Pollution = มลพิษทางอากาศ , มลพิษในอากาศ

Environmental Pollution = มลพิษทางสิ่งแวดล้อม

ทางสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้มีความเห็นว่าการนำเสีย อากาศเสีย ทะเลเป็นพิษ ดินเสีย ก็อาจจะเห็นว่าเป็นคำที่เหมาะสมแล้ว แต่ยังมีความหมายของพอลลูชันหลายอย่างที่มิใช่เป็นพิษ แต่เป็นการทำให้เกิดความเสื่อมโทรมขึ้นกับธรรมชาติบ้างเป็นต้น เมื่อเป็นเช่นนั้นสถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อมจึงได้เรียนปรึกษากับอาจารย์ชูทรงคุณุติจากคณะอักษรศาสตร์ และเห็นว่าน่าจะใช้คำว่า " มลภาวะ " มากกว่า " มลพิษ " แทนคำว่า พอลลูชัน<sup>๒</sup>

<sup>๑</sup> สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จดหมายข่าวสภาวะแวดล้อม, ฉบับที่ ๘ (สิงหาคม - กันยายน ๒๕๑๕).

<sup>๒</sup> สุรพล สุศราร, "มลภาวะทางสายตา" สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, เอกสารอัสสำเนา, ๒๕๑๕.

## ประวัติการศึกษา

ชื่อ

นางบุญนำ ทานสัมฤทธิ์

วุฒิการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) สาขาฟิสิกส์  
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา ๒๕๐๒

ตำแหน่ง

อาจารย์เอกวิทยาลัยครูสวนสุนันทา  
รองหัวหน้าคณะวิชาวิทยาศาสตร์  
กรรมการประจำวิทยาลัย



สถานที่ทำงาน

วิทยาลัยครูสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย