บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

ไกวิท ปวาลพฤกษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. การประเมินผลในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2523.

จำนง พรายแย้มแข. เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สหมิตรพิมพ์, 2514.

ชัฐ อัญชันภาคิ. คู่มือครูเคมี "ข้อควรระวังและความปลอดภัยเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการเคมี." ภาควิชาสารัตถศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป. (อัดสำเนาเย็บเล่ม)

บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์การถดถอยและความแปรปรวน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. คู่มืออาจารย์ : การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การพิมพ์พระนคร, 2524.

ประคอง กรรณสูต. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทศูนย์หนังสือ ดร.ศรีสง่า จำกัด, 2528.

_____. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. ทัศนคติ : การจัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอนามัย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

ประวิทย์ ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จงเจริญการพิมพ์, 2524.

หนังสือ (ต่อ)

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพมหานคร: บริษัทศึกษาพรจำกัด, 2528.

ปรีชาญ เดชศรี และ ฉรงค์ศิลป์ ธูปพนม. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, 2526.

พิศาล สร้อยธุหร่ำ. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: วิคตอรี่เพาเวอร์พอยท์; 2525.

ภัทรา ไชยเวท. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี). ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, ม.ป.ป.

มังกร ทองสุขดี. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ภาคพัฒนาตำราและเอกสารทางวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2523.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาเคมี. คู่มือปฏิบัติการเคมี 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ไอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์, 2529.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524. (อัดสำเนาเย็บเล่ม)

รัตนะ อุทัยผล. สวัสดิศึกษาในโรงฝึกงาน. กรุงเทพมหานคร: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2523.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด นนทชัย, 2525.

วิเชียร เกตุสิงห์. สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2524.

_____. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เรือนอักษร, 2524.

หนังสือ (ต่อ)

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือการสอนเรื่องเทคนิคการสอนและการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2522.

____. "คำชี้แจง." เอกสารสำหรับครู เทคนิคบางประการในปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2529.

____. "คำแถลง." เอกสารสำหรับครู เทคนิคบางประการในปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2529.

____. เอกสารสำหรับครู เทคนิคบางประการในปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2529.

สมพล มงคลพิทักษ์สุข. คู่มือปฏิบัติการเคมี. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2527. (อัดสำเนาเย็บเล่ม)

สุชาดา ชินะจิตร. คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

สุนันท์ สังข์อ่อง และ บริบูรณ์สุข บัญชรเทวกุล. เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์. ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. (อัดสำเนาเย็บเล่ม)

สุวัฒน์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517.

อนันต์ ศรีโสภา. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2525.

_____. การวัดผลและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2524.

บทความ

ธงชัย ชิวปรีชา และ ปรีชาญ เดชศรี. "ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์." ข่าวสาร สสวท. 14(ตุลาคม - มกราคม 2529): 5.

_____. "ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์." ข่าวสาร สสวท. 14(ตุลาคม - มกราคม 2529): 34 - 40.

สมชาย ลูวีระ. "อันตรายของสารเคมีในห้องทดลองต่อสุขภาพเด็กนักเรียน." ใกล้หมอ. 2(กุมภาพันธ์ 2521): 24 - 27.

เอกสารอื่น ๆ

ฉลองพร แก้ววชิราภรณ์. "ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

ดิเรก ทุ่นสุวรรณ. "ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

บัญญา อุทัยพัฒน์. "ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

ประดิษฐ์ วิไนทัย. "การสำรวจปัญหาของครูผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีการศึกษา 2517." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว. "การสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.

เอกสารอื่น ๆ (ต่อ)

ภัทรจันทร์ ใจสว่าง. "อุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

มาโนช วาทะพุกกณะ. "สัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.

วิลาศ สิงหวิสัย. "ข้อสอบแบบต่าง ๆ." การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 1 เรื่องการทดสอบสัมฤทธิผล. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516 (อัดสำเนา)

ศุภวรรณ ศันตยานนท์. "แบบสำรวจความปลอดภัยกับสารเคมี." เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาเรื่องสารเคมีกับความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม." ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 7 มิถุนายน 2527. (อัดสำเนา)

_____. "การทำลายสารเคมีอย่างปลอดภัย." เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาเรื่องสารเคมีกับความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 7 มิถุนายน 2527. (อัดสำเนา)

_____. "การเก็บสารเคมีที่ถูกต้อง." เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาเรื่องสารเคมีกับความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม." ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 7 มิถุนายน 2527. (อัดสำเนา)

ศรีสุวรรณา เดชอุดม. "ทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนวัชรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์." กรุงเทพมหานคร: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, 2520. (อัดสำเนา)

เอกสารอื่น ๆ (ต่อ)

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "การสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ มีการศึกษา 2523." กรุงเทพมหานคร: สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ - ชีวภาพ, 2523.

____. "การวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์." กรุงเทพมหานคร: สาขาวิจัยและประเมินผล, 2524. (อัดสำเนา)

สมศรี เชี่ยกสาด. "อุบัติเหตุและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ. "ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี. "ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

อุษณีย์ วิเศษพานิช. "ผลของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาต่างประเทศ

หนังสือ

Bergquist, Sidney R. New Webster's Dictionary of the English Language. New York: Copyright by Delair Publishing Company, Inc., 1981.

Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Educational Objective Hand Book I. New York: David McKay Company, Inc., 1956.

Good, Carter V. Dictionary of Education. 3rd ed. New York: McGraw - Hill Book Company, 1973.

Gove, Phillip Babcock. Webster's Third New International Dictionary of English Language Unabridged. London: G,Bell & Sons, 1966.

Klopfer, Leopold E. Handbooks on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York: McGraw - Hill Book Company, 1971.

Lapedes, Daniel N. Dictionary of Sciencetific and technical terms. 2nd ed. New York: McGraw - Hill Book Company, 1978.

Prae Pittaya's English - Thai Encyclopaedia Dictionary. Bangkok: Prae Pittaya, 1987.

Rowntree, Derek. A Dictionary of Education. London: Harper & Row, 1981.

Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslei W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio: Columbus, Ohio Charles E. Marrel Publishing Co., 1967.

หนังสือ (ต่อ)

The Lexicon Webster Dictionary. Chicago: The English Language Institute of America Inc., 1977.

Thurber, Walter A. and Collette, Alfred T. Teaching Science in Today's Secondary Schools. U.S.A.: Allyn and Bacon Inc., 1959.

Wert, James Edwin.; Neidt, Charles O.; and Ahmann, J. Stanley. Statistical Methods in Education and Psychological Research. New York: Appleton Century - Crafts, 1954.

Yamane, Taro. Statistics An Introductory Analysis. 2nd ed. New York: Harper & Row, 1967.

บทความ

Dombrowski, JoAnne Morgan., and Hagelberg, Ray R. "The Effects of a Safety Unit on Student Safety Knowledge and Behavior." Science Education 69 (October - December 1985): 527 - 533.

Doran, Rodney L. "Assessing the Outcomes of Science Laboratory Activities." Science Education 62 (July - September 1978): 401 - 409.

Doran, Rodney L. and Dietrich, Marie C. "Psychomotor abilities of Science and Non - Science High School Students." Journal of Research in Science Teaching 17 (February 1980): 495 - 502.

Eglen, J.R. and Kempa, R.F. "Assessing Manipulative Skills in Practical Chemistry." School Science Review (56) 1974: 261 - 273.

บทความ (ต่อ)

Ganiel, Uri., and Hoftein Avi. "Objective and Continuous Assessment of Student Performance in the Physics Laboratory," Science Education 66 (July - September 1982): 581 - 591.

Jeffrey, Jack C. "Evaluation of Science Laboratory Instruction," Science Education 51 (March 1967): 189 - 194.

Lunetta, Vincent N. "The Role of The Laboratory in Secondary Science Teaching: A Curriculum Perspective," The Science Teacher 49 (February 1982): 21.

Lunetta, Vincent N.; Hoftein Avi.; and Gidding Geoffrey. "Evaluating Science Laboratory Skills," The Science Teacher 48 (January 1981): 22 - 25.

Young, John R. "A Survey of Safety in High School Chemistry Laboratories of Illinoids," Journal of Chemical Education 47 (December 1970): A 829 - A 838.

_____. "The Responsibility for A Sage High School Chemistry Laboratory," Journal of Chemical Education 48 (May 1971), A 349 - A 356.

เอกสารอื่น ๆ

Beasley, Warren Fredrick. "The Effect of Physical and Mental Practice of Psychomotor Skills on Chemistry Student Laboratory Performance," Dissertation Abstracts International 39 (March 1979): 5428 - 5429-A.

เอกสารอื่น ๆ (ต่อ)

Ekpo, Johnson Udo Johnnie. "A Survey of Chemistry Laboratory Safety Practices in Selected High Schools of Alabama and Proposed Chemistry Laboratory Safety Module." Dissertation Abstracts International 41 (February 1981): 3516 - A.

Goel, Ved Parkash. "The Effect of Preinstrustional Disclouse of Laboratory Behavioral Objectives on Student Aquisition of Psychomotor and Related Cognitive Skills Among High School Physics Students." Dissertation Abstracts International 42 (August 1981): 646 - A.

Grosmark, Jay Waldo. "The Relationship Between Achievement and Laboratory Skills to the Number of Experiment Performed by the High School Chemistry Students." Dissertation Abstracts International 34 (December 1973): 3176 - A.

Hearle, Robert James, "The Identification and Measurement of High School Chemistry Laboratory Skills." Dissertation Abstracts International 34 (May 1974): 7064 - A.

Klainin, S. "Activity based Learning in Chemistry, Unpublished." Ph.D Thesis, Monash University, 1984.

Kramer, Bery Marjorie Cayzer. "Study of the Relationship Between Safety Knowledge and Student Perception of Safety Practices of Secondary School Science Teachers," Dissertation Abstracts International 45 (November 1984): 1358 - A.

เอกสารอื่น ๆ (ต่อ)

Woodburn, Donald David. "A survey of Science Laboratory Safety Procedures, Safety Equipment, and Factors Causing Accidents in the Secondary Schools of Nebraska." Dissertation Abstracts International 42 (September 1981): 1089 - A.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความตรง เชิง เนื้อหาของแบบสัง เกตทักษะปฏิบัติการ เคมีและแบบสัง เกตความปลอดภัยในการปฏิบัติการ เคมี

1. รองศาสตราจารย์ สุนทร ช่วงสุวนิช
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยงสุข รัศมิบาศ
   คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ดร.สุนีย์ คล้ายนิล
   สถาบันส่ง เสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี่

4. อาจารย์ปราณี เส็งทะพันธ์
   โรง เรียน เตรียมอุดมศึกษา

5. อาจารย์ศรีลักษณ์ มาโกมล
   โรง เรียน เบญจมราชาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

2. แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีและแบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี

3. แบบสังเกตความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 50 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

   ตอนที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย จำนวน 25 ข้อ

   ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย จำนวน 11 ข้อ

   ตอนที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย จำนวน 14 ข้อ

2. ให้เวลาในการทำแบบวัด 50 นาที

3. ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ในคำถามแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย X ด้วยปากกา ลงในช่อง ◯ ให้ตรงกับข้อนั้น ๆ ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ 00 1. ◯ 2. ⊗ 3. ◯ 4. ◯

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบวัดฉบับนี้

ตอนที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย

1. สารในข้อใดเป็นสารไวไฟทุกตัว
   1) เอธิลแอลกอฮอล์ อะซิโตน อลูมิเนียมผง
   2) แคลเซี่ยมคาร์ไบด์ ไอโอดีน เบนซิน
   3) ผงสังกะสี โทลูอีน โปแตสเซียม เปอร์แมงกาเนต
   4) บิโตรเลียมอีเธอร์ เฮกเซน แคลเซียมคลอไรด์

2. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ควรเก็บไว้ในที่ใดจึงจะปลอดภัย
   1) ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก
   2) ที่อุณหภูมิต่ำกว่า ๑๐ °ซ
   3) ที่อุณหภูมิห้อง
   4) ที่อุณหภูมิไม่เกิน ๓๐ °ซ

3. สารในข้อใดไม่ใช่ก๊าซไวไฟ
   1) อะเซทิลีน
   2) ออกซิเจน
   3) ไฮโดรเจน
   4) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

4. สารใดที่ต้องเก็บไว้ในน้ำ
   1) ฟอสฟอรัสขาว
   2) แคลเซียม
   3) กำมะถัน
   4) ซิลิกอน

5. ถ้ากรดซัลฟูริกเข้มข้นหกรดที่แขน ท่านจะปฏิบัติอย่างไรเป็นลำดับแรก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ให้ดีที่สุด
   1) ล้างแขนด้วยน้ำทันที
   2) นำเบสแก่ไปล้างที่แขนเพื่อทำลายกรด แล้วจึงนำไปล้างน้ำมาก ๆ
   3) ใช้กระดาษทิชชูหรือสำลีซับกรดให้แห้ง แล้วจึงนำไปล้างน้ำที่กำลังไหลมาก ๆ
   4) รีบนำส่งโรงพยาบาลทันที

6. จงพิจารณาต้นกำเนิดความร้อนต่อไปนี้
   1) เปลวไฟ
   2) การทำงานของเครื่องไฟฟ้า
   3) การคายประจุไฟฟ้าสถิต

   ข้อใดเป็นต้นกำเนิดความร้อนที่ทำให้สารเคมีไวไฟ
   1) (1)
   2) (1), (2)
   3) (1), (3)
   4) (1), (2) และ (3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. การล้างมือที่ถูกกรดหรือเบสเข้มข้นหกรดด้วยน้ำควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะปลอดภัย

1) แช่มือในอ่างน้ำอย่างน้อย 15 นาที

2) ล้างมือด้วยน้ำก๊อกที่กำลังไหลอย่างน้อยอย่างน้อย 15 นาที

3) แช่มือในอ่างน้ำอย่างน้อย 30 นาที

4) แช่มือในอ่างน้ำ 10 นาที แล้วล้างมือด้วยน้ำก๊อกที่กำลังไหล 15 นาที

8. จากการทดลองต่อไปนี้

(1) เผากำมะถันกับทองแดงในอากาศ

(2) นำอลูมิเนียมชิลไฟด์มาละลายน้ำ

(3) ก๊าซออกซิเจนผสมรวมกับก๊าซไนโตรเจนมอนนอกไซด์

ปฏิกิริยาในข้อใดที่ได้สารอันตรายเกิดขึ้น

1) (1), (2)

2) (2), (3)

3) (1), (3)

4) (1), (2) และ (3)

9. วิธีทำลายโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองอย่างปลอดภัย คือข้อใด

1) ทิ้งลงในอ่างสำหรับทิ้งสาร

2) นำไปแช่ในน้ำมันแล้วทิ้ง

3) นำไปละลายในแอลกอฮอล์ก่อนทิ้ง

4) นำไปฝังดิน

10. เมื่อโดนกรดหกราดผิวหนัง หลังจากที่ล้างด้วยน้ำแล้ว ควรจะล้างด้วยสารชนิดใด

1) โซเดียมไบคาร์บอเนต

2) แอมโมเนียมคลอไรด์

3) เมทธิลแอลกอฮอล์

4) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

11. ข้อใดไม่พึงปฏิบัติ เมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ขึ้นในห้องปฏิบัติการ

1) ใช้ผ้าเปียกคลุมส่วนที่กำลังติดไฟ

2) ใช้น้ำเท่าที่จะหาไปราดไปทั่วห้องเพื่อดับไฟและป้องกันการลุกลาม

3) ใช้อุปกรณ์ดับไฟฟ่นก่อนที่ไฟจะลุกลามใหญ่โต

4) นำสารที่ติดไฟง่ายออกจากบริเวณนั้น

12. ข้อใดเป็นการปฏิบัติเพื่อเตรียมการแก้ไขอุบัติเหตุได้ทันทีในห้องปฏิบัติการเคมี

1) ติดสลากคำเตือนไว้ข้างขวดสารอันตราย

2) จัดหาอุปกรณ์ดับเพลิงมาไว้ในห้องปฏิบัติการ

3) จัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

4) ตรวจสอบอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพปลอดภัยอยู่เสมอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. กำหนดการกระทำในลักษณะต่อไปนี้ในห้องปฏิบัติการเคมี

(1) สูบบุหรี่

(2) กินอาหาร

(3) ใช้มือหยิบสารเคมี

การกระทำใดบ้างที่อาจทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้

1) (1), (2) และ (3)

2) (2), (3)

3) (2)

4) (3)

14. สารในข้อใดเมื่อผสมกันจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง

1) สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์กับกรดไฮโดรคลอริก

2) สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก

3) แคลเซียมไฮดรอกไซด์กับกรดไฮโดรคลอริก

4) โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตกับกลีเซอรอล

15. นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไรในการถ่ายเทสารเคมี

1) เปิดฝาขวดสารเคมี วางฝาขวดโดยการคว่ำฝา แล้วจึงใช้ช้อนตักสารเคมี

2) เปิดฝาขวดสารเคมี วางฝาขวดโดยการหงายฝา แล้วใช้ช้อนตักสารเคมี

3) เปิดฝาขวดสารเคมี วางฝาขวดโดยจะหงายฝาหรือคว่ำฝาก็ได้ แล้วใช้ช้อนตักสารเคมี

4) เปิดฝาขวดสารเคมี ใช้มือถือไว้ แล้วใช้ช้อนตักสารเคมี

16. เปลวไฟที่เกิดจากโลหะโซเดียม มีวิธีการดับอย่างไร

1) ใช้ทรายกลบ

2) ใช้แอลกอฮอล์ราด

3) ใช้น้ำราด

4) ใช้ผ้าเปียกน้ำคลุมทับส่วนที่ลุกติดไฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

17. เมื่อมีปรอทหกลงบนพื้นห้อง จะมีวิธีกำจัดอย่างไร

1) ใช้ผ้าแห้งกวาดปรอทมารวมกันแล้วใช้ช้อนตักนำไปทิ้งโดยการฝังดิน

2) ใช้กำมะถันผงโรยไปที่ปรอท แล้วกวาดรวม นำไปฝังดิน

3) ใช้ก๊าซออกซิเจนพ่นเข้าไปที่หิ่มปรอทอยู่ เพื่อให้เกิดออกไซด์

4) ใช้ผ้าแห้งกวาดปรอทมารวมกันแล้วใช้ช้อนตักนำไปฝังในบ่อที่เตรียมไว้สำหรับทิ้งสารเคมี

18. ถ้านักเรียนได้รับคำสั่งจากครูผู้สอนให้ไปหยิบขวดที่ใส่สารเคมีชนิดหนึ่งมาทดลอง และที่ขวดมีสัญลักษณ์ปิดไว้ดังภาพต่อไปนี้

นักเรียนจะแปลความหมายสัญลักษณ์นี้อย่างไร

1) สารเคมีในขวดนี้เป็นสารพิษ

2) สารเคมีในขวดนี้เป็นสารไวไฟ

3) สารเคมีในขวดนี้เป็นสารกัดกร่อน

4) สารเคมีในขวดนี้เป็นสารกัมมันตรังสี

19. ถ้านักเรียนได้รับคำสั่งจากครูผู้สอนให้ช่วยจัดเก็บสารเคมีต่าง ๆ เข้าสู่สถานที่เก็บสาร นักเรียนจะเริ่มปฏิบัติในข้อใดก่อน

1) จัดกลุ่มสารเคมีตามอักษรตัวแรกของชื่อสาร

2) จัดกลุ่มสารตามสถานะของสาร

3) ศึกษาสมบัติของสาร

4) ศึกษาวิธีการป้องกันอันตรายจากสารเคมี

20. ข้อใดเป็นสถานที่เก็บสารเคมีที่ถูกต้องและปลอดภัย

1) มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก มีบริเวณเฉพาะ

2) เป็นห้องมิดปรับอากาศให้อุณหภูมิคงที่และอยู่ในบริเวณเฉพาะมิดชิด

3) มีตู้เก็บสารที่ปิดตู้ได้สนิท และอยู่ในบริเวณมิดชิด

4) เก็บสารไว้ในห้องปฏิบัติการเคมีโดยจัดชั้นสำหรับวางและเก็บสารเคมีอย่างเป็นระเบียบ

<u>คำชี้แจง</u> พิจารณาประเภทของสารต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 21 - 22

(1) สารที่เป็นพิษหรือสารที่ระเบิดได้

(2) สารละลายกรดและเบสเข้มข้น

(3) ของเหลวที่ไวไฟ

(4) สารที่สลายได้ง่ายและมีก๊าซเกิดขึ้น

21 . สารในข้อใดควรเก็บไว้ในขวดสีเข้มหรือสีน้ำตาล

1) (1)
2) (1), และ (2)
3) (3) และ (4)
4) (3) และ (4)

22 . สารในข้อใดที่ไม่ควรวางไว้บริเวณเดียวกัน

1) (1) กับ (2)
2) (1) กับ (3)
3) (2) กับ (3)
4) (2) กับ (4)

23 . ข้อใดไม่ใช่ผลที่เกิดจากเมทานอล (CH_3OH) ที่มีต่อร่างกาย

1) ทั้งไอและของเหลวจะเป็นอันตรายกับดวงตามาก
2) ถ้าถูกผิวหนังบ่อย ๆ ทำให้เกิดโรคผิวหนังได้
3) สูดดม ไอเข้าไปมาก ๆ จะทำให้เวียนศีรษะ มึนซึม เป็นตะคริว และรบกวนระบบย่อยอาหาร
4) ถ้าโดนผิวหนังโดยมีความชื้นอยู่ด้วยจะเกิดความร้อนมากจนผิวไหม้

24. จากสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

(1) ศัลเฟียมคลอไรด์
(2) คาร์บอนเตตระคลอไรด์
(3) โทลูอีน
(4) ปรอท

สารใดที่สามารถซึมผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกายได้

1) (1) และ (2)
2) (3) และ (4)
3) (2) , (3) และ (4)
4) (1) , (2) และ (3)

25. ถ้าน้ำโบรมีน (Br_2) หกรดที่มือนักเรียนจะมีวิธีแก้ไขอันตรายที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

1) ใช้น้ำล้างมาก ๆ แล้วแช่ในสารละลาย 18 % ของกรดอะซิติก
2) แช่ในน้ำแล้วแช่ในสารละลายเจือจางของแอมโมเนีย
3) แช่ในน้ำประมาณ 20 นาที แล้วทาด้วยวาสลีน
4) ใช้น้ำล้างมาก ๆ แล้วล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเข้มข้น 10 %

ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย

26. นักเรียนปฏิบัติอย่างไรก่อนใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์

1) ปรับไส้ตะเกียงสูงประมาณ 1 เซนติเมตร และเติมแอลกอฮอล์ประมาณครึ่งหนึ่งของตะเกียง

2) ปรับไส้ตะเกียงสูงประมาณ 1/2 เซนติเมตร และเติมแอลกอฮอล์ประมาณ 3/4 ของตะเกียง

3) ปรับไส้ตะเกียงสูงประมาณ 1/2 เซนติเมตร และเติมแอลกอฮอล์เต็มตะเกียง

4) ปรับไส้ตะเกียงให้สูงประมาณ 1 เซนติเมตร และเติมแอลกอฮอล์ประมาณ 3/4 ของตะเกียง

27. สิ่งที่นักเรียนคิดว่าสำคัญน้อยที่สุดในการทำปฏิบัติการคือข้อใด

1) ล้างอุปกรณ์ เก็บเข้าที่ให้เรียบร้อยเมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว

2) เลือกอุปกรณ์ให้มีขนาดพอเหมาะ ตั้งให้มั่นคงไม่ให้ล้มหรือแตก

3) รักษาบริเวณพื้นที่ทดลองให้สะอาดเรียบร้อย เก็บของที่ไม่ใช้ออกไปให้พ้นบริเวณ

4) จัดให้มีเพื่อนในกลุ่ม 1 คน เป็นผู้หยิบสารเคมี หรือเก็บอุปกรณ์โดยเฉพาะทุกครั้งที่ทำการทดลอง

28. ลักษณะใดที่ไม่ควรปฏิบัติในการดึงเทอร์โมมิเตอร์ออกจากลูกยาง

1) ใช้กลีเซอรีนหยดลงไปและใช้ผ้าจับเทอร์โมมิเตอร์หมุนไปมา

2) ใช้มีดกรีดจุกยางแล้วดึง

3) นำจุกยางไปอังไฟเพื่อให้ลูกยางขยายแล้วค่อย ๆ ดึง

4) ใช้น้ำหรือน้ำสบู่หยดลงไปและใช้ผ้าจับเทอร์โมมิเตอร์หมุนไปมา

29. ถ้านักเรียนทำอุปกรณ์ทดลองที่ทำด้วยแก้วแตก และกระเด็นเข้าตานักเรียน ควรจะแก้ไขสถานการณ์อย่างไรเป็นอันดับแรก

1) พยายามเอาเศษแก้วออกจากตาด้วยตนเอง

2) ให้เพื่อน ๆ ช่วยเอาเศษแก้วออกจากตา

3) แจ้งให้อาจารย์ทราบ แล้วนำส่งโรงพยาบาลทันที

4) ให้เพื่อนช่วยนำส่งโรงพยาบาลทันที

30. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ควรปฏิบัติในการล้างเครื่องแก้ว

1) ใช้ Acetone ล้างสิ่งสกปรกที่ใช้น้ำล้างไม่ออก
2) เมื่อล้างสะอาดแล้วใช้น้ำกลั่นล้างอีกครั้งหนึ่ง
3) เมื่อล้างเสร็จแล้วทำให้แห้งโดยนำไปชิงกับเปลวไฟ
4) เมื่อล้างเสร็จทำให้แห้งโดยนำไปเข้าตู้อบ

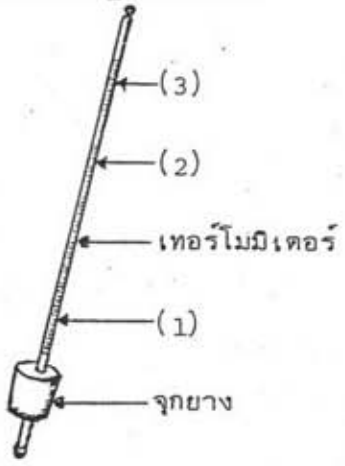
31. จงพิจารณาการใช้หลอดหยดดูดสารละลายโดยวิธีต่าง ๆ ต่อไปนี้

(1) จุ่มปลายหลอดหยดลงในสารละลายแล้วบีบลูกยางเพื่อไล่อากาศออกให้หมด
(2) บีบลูกยางเพื่อไล่อากาศออกแล้วจุ่มปลายหลอดลงในสารละลายและปล่อยมือ
(3) ดูดสารละลายให้เต็มหลอดหยด
(4) เมื่อดูดสารละลายขึ้นมาแล้วหงายหลอดหยดขึ้นเพื่อป้องกันมิให้สารหยด

ข้อใดเป็นการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง ก่อให้เกิดอันตราย

1) (1)
2) (1), (2)
3) (1), (3), (4)
4) (4)

32. จากรูปภาพต่อไปนี้ การเสียบเทอร์โมมิเตอร์เข้าไปในรูจุกยางที่ถูกต้องและปลอดภัยควรปฏิบัติอย่างไร



1) เอามือจับจุกยางและเทอร์โมมิเตอร์ในตำแหน่งที่ (2) แล้วออกแรงดัน
2) เอามือจับที่จุกยางและเทอร์โมมิเตอร์ในตำแหน่งที่ (2) แล้วค่อย ๆ หมุนเทอร์โมมิเตอร์ไปทางซ้ายและขวาสลับกัน
3) เอามือจับที่จุกยางและเทอร์โมมิเตอร์ในตำแหน่งที่ (3) แล้วออกแรงดัน
4) เอามือจับที่จุกยางและเทอร์โมมิเตอร์ในตำแหน่งที่ (1) แล้วค่อย ๆ หมุนเทอร์โมมิเตอร์ไปทางซ้ายและขวาสลับกัน

33. นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไรหลังจากใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์เสร็จ

1) ดับทันทีโดยการใช้ปากเป่า
2) ดับทันทีโดยการใช้ฝาครอบ
3) ดับทันทีโดยการใช้มือพัดโบก
4) ดับทันทีโดยการใช้มือพัดโบกหรือฝาครอบ

34 สารประเภทใดห้ามตวงด้วยกระบอกฉีดยาที่ทำด้วยพลาสติก

1) สารละลายเบส
2) สารละลายกรด
3) สารอินทรีย์
4) สารอินทรีย์

35. การใช้ปิเปตดูสารเคมี ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะถูกต้องและปลอดภัย

1) ใช้ลูกยางดูดสารเคมี
2) ใช้ปากดูดสารเคมี
3) ใช้ลูกยางดูดหรือใช้ปากดูดสารเคมีได้
4) ใช้ลูกยางดูดสารเคมีที่มีอันตรายเท่านั้น ส่วนสารที่ไม่มีอันตรายใช้ปากดูด

36. นักเรียนไม่ควรใช้สเปกโตรสโคปส่องดูแสงจากแหล่งใด

1) แสงแดด
2) หลอดไฟ
3) เปลวไฟ
4) ดวงอาทิตย์

ตอนที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

37. ในการทำกรดซัลฟูริกให้เจือจาง ควรจะมีเทคนิคอย่างไรจึงจะปลอดภัยที่สุด

1) เทกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ ด้วยความระมัดระวัง พร้อมกับใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลา
2) เทน้ำลงไปในกรดซัลฟูริกเข้มข้นอย่างช้า ๆ ด้วยความระมัดระวัง พร้อมกับใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลา
3) เทกรดซัลฟูริกเข้มข้น เทน้ำลงในภาชนะปากกว้างพร้อม ๆ กัน อย่างช้า ๆ ด้วยความระมัดระวัง
4) เทกรดซัลฟูริกเข้มข้นทั้งหมดลงในน้ำอย่างรวดเร็ว พร้อมกับใช้แท่งแก้วคนทันที

38. กำหนดการปฏิบัติในการให้ความร้อนแก่ของเหลวชนิดไวไฟที่มีจุดเดือดต่ำดังนี้

(1) บรรจุในภาชนะปากแคบ
(2) นำภาชนะที่บรรจุสารไปให้ความร้อนโดยตรง
(3) ให้ความร้อนแก่สารในห้องโล่งหรืออากาศถ่ายเทสะดวก

การปฏิบัติในข้อใดที่อาจเกิดอันตรายได้

1) (1)
2) (1), (2)
3) (2)
4) (2), (3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

39. การดมกลิ่นสาร ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะปลอดภัย

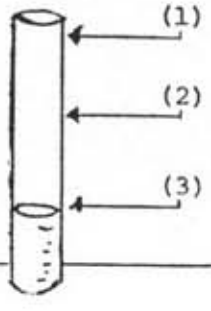
1) ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูกเล็กน้อย และอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร แล้วค่อย ๆ สูดดมกลิ่นสารอย่างช้า ๆ

2) ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะโดยให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูกเล็กน้อย และอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร ใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกให้กลิ่นของสารผ่านเข้าจมูกช้า ๆ

3) ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะ โดยให้ปากภาชนะอยู่ในระดับเดียวกับจมูกและอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร แล้วค่อย ๆ สูดดมกลิ่นสารอย่างช้า ๆ

4) ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะ โดยให้ปากภาชนะอยู่ในระดับเดียวกับจมูกและอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร ใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกให้กลิ่นของสารผ่านเข้าจมูกช้า ๆ

40. จากภาพแสดงตำแหน่งที่จับหลอดทดลองเพื่อให้ความร้อนแก่สาร จงพิจารณาว่าข้อใดถูก



1) ใช้ที่จับหลอดทดลองจับตรงตำแหน่งที่ (1) แล้วนำไปให้ความร้อนโดยหันปากหลอดไปทางหน้าต่าง

2) ใช้ที่จับหลอดทดลองจับตรงตำแหน่งที่ (2) ขณะให้ความร้อนเอียงหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของ

3) ใช้ที่จับหลอดทดลองจับหลอดตรงตำแหน่งที่ (3) ขณะให้ความร้อนเอียงหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปที่ทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของ

4) ใช้ที่จับหลอดทดลองจับหลอดทดลองตรงตำแหน่งที่ (3) เอียงหลอดประมาณ 45° ขณะให้ความร้อนและหันปากหลอดไปทางด้านไม่มีคน

41. ในการทดลองที่มีการเขย่าสารในหลอดทดลอง จะต้องปฏิบัติอย่างไร

1) ใช้จุกยางปิดปากหลอด แล้วเขย่าขึ้นลงเบา ๆ

2) เขย่าสารขึ้นลงโดยมิให้ของเหลวกระเด็นออก

3) ละมือหลอดไปด้านข้าง ให้ปลายหลอดด้านล่างกระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ

4) ใช้นิ้วชี้ปิดปากหลอดและเขย่าหลอดไปด้านข้างให้ปลายหลอดด้านล่างกระแทกกับฝ่ามือเบา ๆ

42. ข้อใดไม่ควรปฏิบัติขณะทำการทดลองต้มของเหลว ในหลอดทดลอง

1) ก้มดูของเหลวเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลง

2) เขย่าหลอดทดลองเล็กน้อยเพื่อให้ของเหลวในหลอดทดลองเคลื่อนไหว

3) เอียงหลอดทดลองและเลื่อนไปมาช้า ๆ

4) จับหลอดทดลองโดยใช้ที่จับหลอดทดลอง

คำชี้แจง จงพิจารณาภาพการทดลองต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 43- 45

43. นักเรียนควรใส่กระเบื้องลงไปในหลอดกลั่นหรือไม่ เพราะเหตุใด

1) ควรใส่ เพราะช่วยควบคุมอุณหภูมิของจุดเดือดให้คงที่

2) ควรใส่ เพราะช่วยไม่ให้ของเหลวเดือดแรงเกินไป

3) ไม่ควรใส่ เพราะจะทำให้ของเหลวในหลอดมีมลทิน

4) ไม่ควรใส่ เพราะจะทำให้ของเหลวเดือดช้า เนื่องจากเศษกระเบื้องเป็นฉนวนความร้อน

44. การจัดอุปกรณ์ในการกลั่น มีส่วนใดที่ควรแก้ไข

(1) ตำแหน่งของกะเปาะเทอร์โมมิเตอร์ในของเหลว

(2) เปลวไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์

(3) ตำแหน่งของหลอดนำก๊าซที่เสียบอยู่กับจุกยาง

(4) ปริมาณของเหลว

1) (1), (2)

2) (2), (3)

3) (2), (4)

4) (3), (4)

45. เมื่อหยุดกลั่น นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร

1) ดึงหลอดนำก๊าซออกจากหลอดทดลอง แล้วจึงดับตะเกียงแอลกอฮอล์

2) ดับตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วดึงหลอดนำก๊าซออก

3) เลื่อนที่จับหลอดทดลองให้หลอดพันเปลวไฟ แล้วจึงดับตะเกียงแอลกอฮอล์

4) ดับตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วจึงเลื่อนที่จับหลอดทดลองขึ้น

46. ในการถ่ายเทของเหลวจากขวดบรรจุสารลงในบีกเกอร์ นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร

1) รินของเหลวจากขวดบรรจุสารผ่านแท่งแก้วลงในบีกเกอร์

2) รินของเหลวจากขวดบรรจุสารผ่านกรวยกรองลงในบีกเกอร์

3) รินของเหลวจากขวดบรรจุสารลงในบีกเกอร์ โดยให้ของเหลวไหลผ่านด้านข้างของบีกเกอร์ลงไปอย่างช้า ๆ

4) ใช้กระบอกฉีดยาดูดของเหลวจากขวดบรรจุสารแล้วใส่ลงในบีกเกอร์

47. ในการทดลองต้มสารที่เป็นของเหลวในหลอดทดลอง ถ้านักเรียนจะใส่เศษกระเบื้องลงไปในหลอดทดลอง นักเรียนจะกระทำในเวลาใด

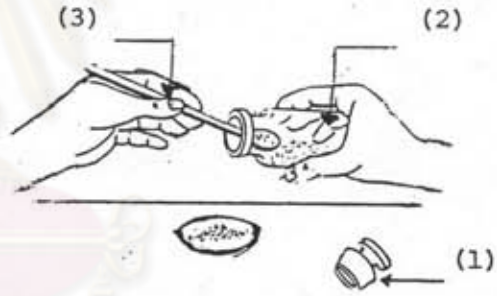
1) ก่อนต้มสาร

2) เริ่มต้มไปแล้ว 2 – 3 นาที

3) ขณะของเหลวเริ่มเดือด

4) ขณะของเหลวเดือดอย่างรุนแรง

48. จากรูปภาพการตักสารที่เป็นของแข็งออกจากขวดหมายเลขใดเป็นการกระทำที่ไม่ถูกต้อง และไม่ปลอดภัย



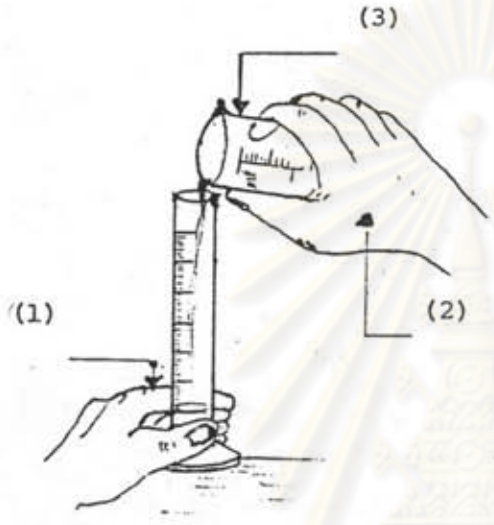
1) (1)

2) (1) และ (2)

3) (2) และ (3)

4) (1) , (2) และ (3)

49. จากรูปภาพการเทของเหลวจากบีกเกอร์ลงในกระบอกตวงหมายเลขในข้อใดที่เป็นการกระทำที่ไม่ถูกต้อง และไม่ปลอดภัย



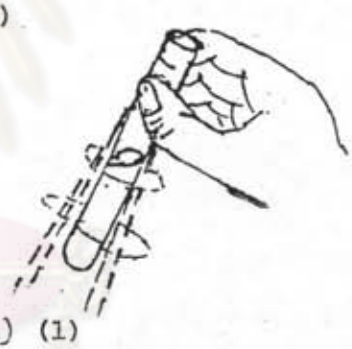
1) (1)
2) (2)
3) (3)
4) (1) และ (2)

50. จากรูปภาพการเขย่าหลอดทดลองเพื่อให้สารเข้ากัน รูปใดเป็นการกระทำที่ไม่ถูกต้อง และไม่ปลอดภัย

(1)

(2)

(3)



1) (1)
2) (2)
3) (3)
4) (2) และ (3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมี

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำการทดลองต่อไปนี้ให้แล้วเสร็จภายในเวลา 60 นาที

1. ให้นักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์ในตะกร้าชุดทดลอง ดังมีรายการต่อไปนี้ได้ตามความเหมาะสม

1) หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด	12) ช้อนตักสาร เบอร์ 2	2 อัน
2) หลอดทดลองขนาดกลาง	2 หลอด	13) หลอดหยด	1 อัน
3) หลอดทดลองขนาดใหญ่	2 หลอด	14) จุกยางเบอร์ 10 เจาะรู 2 รู	1 จุก
4) บีกเกอร์ขนาด 50 cm^3	1 ใบ	15) หลอดน้ำกาชพร้อมสายยาง	1 ชุด
5) บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	2 ใบ	16) ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด
6) บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3	1 ใบ	17) ขาตั้งพร้อมที่ตับหลอดทดลอง	1 ชุด
7) กระบอกตวงขนาด 25 cm^3	1 ใบ	18) ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 อัน
8) กระบอกตวงขนาด 50 cm^3	1 ใบ	19) กระป๋องทราย	1 กระป๋อง
9) กระบอกฉีดยาขนาด 12 cm^3	1 อัน	20) กระดาษทิชชู	1 ม้วน
10) เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 100 °C	1 แท่ง	21) ผ้าขนาด 1 ฟุต คูณ 1 ฟุต	2 ผืน
11) แท่งแก้ว	1 แท่ง		

2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ร่วมกัน

1) น้ำกลั่น	7) วาสลิน หรือ กลีเซอรีน
2) ของเหลว ก	8) เศษกระเบื้อง
3) ของเหลว ข	9) กระจกนาฬิกา
4) ของเหลว ค	10) บีกเกอร์
5) สาร A	11) กระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงิน
6) สาร B	12) ไม้ขีดไฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓. กิจกรรมการทดลอง

ตอนที่ ๑ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะเดือดของสารละลาย

๑. ตวงน้ำกลั่น ๔๐ cm^3 ใส่ลงในบีกเกอร์ วัดอุณหภูมิแล้วบันทึกผล

๒. ตวงของเหลว ก ๒๐ cm^3 ใส่ลงในบีกเกอร์ วัดอุณหภูมิแล้วบันทึกผล

๓. รินของเหลว ก ที่ตวงไว้ ลงในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำกลั่นในข้อ ๑ ใช้แท่งแก้วคนสารให้เข้ากัน แล้วทำการทดลองต่อดังนี้

ก. วัดอุณหภูมิหลังผสม

ข. นำสารละลายในข้อ ก จำนวนหนึ่งไปกลั่น เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะเดือดของสารละลาย

ค. บันทึกอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ ๓๐ วินาทีจนกระทั่งครบ ๘ นาที

ตอนที่ ๒ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสาร

๑. ตักสาร A และสาร B อย่างละ ๒ ช้อนเบอร์ ๒ ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด ๑๐๐ cm^3 คนสารให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผล

๒. ใช้กระบอกฉีดยาตวงของเหลว ข ๕ cm^3 ใส่ลงในหลอดทดลอง หยดของเหลว ค ลงไป ๕ หยด เขย่าสารให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. บันทึกผลกิจกรรมการทดลองตอนที่ 1

1) อุณหภูมิของน้ำกลั่น = ...°C

2) อุณหภูมิของของเหลว ก. = ...°C

3) อุณหภูมิหลังผสม = ...°C

สาร	อุณหภูมิ (°C) ณ วินาทีที่												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
น้ำกลั่น + ของเหลว ก.													

5. บันทึกผลกิจกรรมการทดลองตอนที่ 2

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
สาร A + สาร B	
ของเหลว ข + ของเหลว ค	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

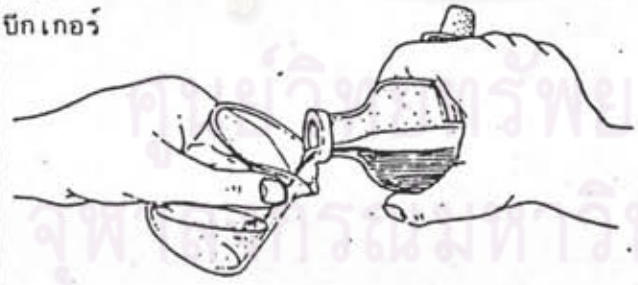
แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี

ตารางบันทึกการให้คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่สอบภาคปฏิบัติ 1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

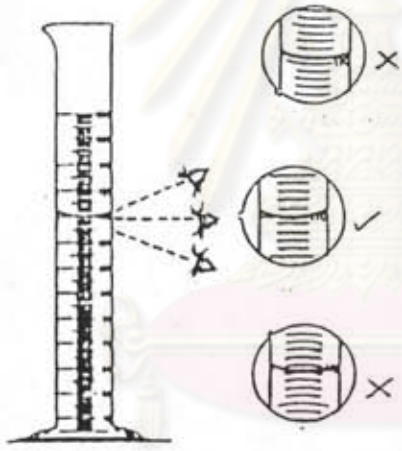
ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
1.	นักเรียนจัดเตรียมพื้นที่บนโต๊ะปฏิบัติการได้สะอาดเรียบร้อย ก่อนทำการทดลอง					PD, NT
2.	นักเรียนนำอุปกรณ์ออกจากตะกร้า เพื่อจัดเตรียมก่อนทำการทดลอง					PD
3.	นักเรียนจับบีกเกอร์รองรับของเหลวโดยถือให้เอียงเล็กน้อย ยกขวดน้ำกลั่นขึ้นแล้วค่อย ๆ เทน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ โดยให้คอขวดพาดกับปากบีกเกอร์ 					ET
4.	นักเรียนเทน้ำกลั่นลงสู่กระบอกตวง โดยให้ปากบีกเกอร์พาดกับปากกระบอกตวง					ET ควรเป็นกระบอกตวงขนาด 50 cm^3

ตารางบันทึกการให้คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียน 4 คน ที่สอบภาคปฏิบัติ 1. ..... 2 .....

3. ..... 4 .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
5	นักเรียนอ่านปริมาตรของน้ำกลั่นในกระบอกตวง โดยให้ระดับสายตาอยู่ในระดับเดียวกันกับส่วนโค้งเว้าต่ำสุดของของเหลว 					ET
6	นักเรียนเทน้ำกลั่นจากกระบอกตวงลงสู่บีกเกอร์ โดยให้ปากกระบอกตวงพาดกับปากบีกเกอร์					ET ควรเป็นบีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
7	ขณะวัดอุณหภูมิของน้ำกลั่น นักเรียนจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ โดยให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำกลั่น และไม่แตะกับด้านข้าง หรือก้นบีกเกอร์					ET

ตารางบันทึกการให้คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่สอบภาคปฏิบัติ 1 . .....2 . .....

3 . .....4 . .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
8.	นักเรียนอ่านอุณหภูมิของน้ำกลั่นโดยให้ระดับสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์					ET
9.	นักเรียนจับบีกเกอร์รองรับของเหลว ก. โดยถือให้เอียงเล็กน้อย ยกขวดของเหลวขึ้นแล้วค่อย ๆ เทของเหลวลงในบีกเกอร์ โดยให้คอขวดพาดกับปากบีกเกอร์					ET
10.	นักเรียนเทของเหลว ก. ลงสู่กระบอกตวง โดยให้ปากบีกเกอร์พาดกับปากกระบอกตวง					ET ควรเป็นกระบอกตวงขนาด 25 cm^3
11	นักเรียนอ่านปริมาตรของของเหลว ก. ในกระบอกตวง โดยให้ระดับสายตาอยู่ในระดับเดียวกับส่วนโค้งเว้าต่ำสุดของของเหลว					ET
12	นักเรียนเทของเหลว ก. จากกระบอกตวงลงสู่บีกเกอร์ โดยให้ปากกระบอกตวงพาดกับปากบีกเกอร์					ET ควรเป็นบีกเกอร์ขนาด 50 cm^3
13	ขณะวัดอุณหภูมิของของเหลว ก. นักเรียนจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ โดยให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จุ่มในของเหลว ก. โดยไม่แตะกับด้านข้างหรือก้นบีกเกอร์					ET

ตารางบันทึกการให้คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่สอบภาคปฏิบัติ 1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
14	นักเรียนอ่านอุณหภูมิของของเหลว ก. โดยให้ระดับสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์					ET
15	นักเรียนถ่ายเทของเหลว ก. โดยรินของเหลว ก. ผ่านแท่งแก้วลงในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำกลั่น					ET
16	นักเรียนใช้แท่งแก้วคนสารละลายโดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกับด้านข้างของภาชนะ					ET
17	ขณะที่วัดอุณหภูมิของของเหลว นักเรียนจับเทอร์โมมิเตอร์ต่ำจากปลายบนสุดลงมา ประมาณ 1- 2 เซนติเมตร					ET
18	นักเรียนทำความสะอาดเทอร์โมมิเตอร์ก่อนที่จะวัดอุณหภูมิของของเหลวชนิดอื่นต่อไป					NT, PD

ตารางบันทึกการให้คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่สอบภาคปฏิบัติ 1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

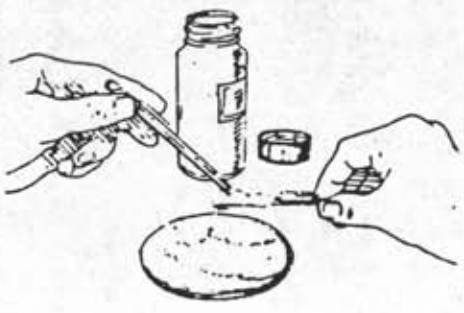
ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
19	ในการกลั่น นักเรียนบรรจุสารละลายลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ประมาณ 1/3 ของความสูงของหลอด					ET
20	นักเรียนใส่เศษกระเบื้องลงไปในหลอดกลั่น 2 -3 ชิ้น ก่อนนำของเหลวไปกลั่น					PD
21	นักเรียนใช้วาสลีนหรือน้ำทาเทอร์โมมิเตอร์และหลอดนำกาซก่อนที่จะเสียบลงในจุกยาง					ET
22	นักเรียนจัดตำแหน่งของกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ที่เสียบกับจุกยางให้ต่ำกว่าระดับของเหลว แต่ต้องไม่ติดกับด้านข้างหรือก้นหลอดทดลอง					ET
23	นักเรียนจุ่มหลอดทดลองขนาดกลางที่ให้ไอของสารควบแน่นไว้ในบีกเกอร์ที่มีน้ำบรรจุอยู่					ET
24	นักเรียนจัดอุปกรณ์การกลั่นเสร็จภายในเวลา 10 นาที					DE
25	นักเรียนจุดตะเกียง หลังจากจัดอุปกรณ์การกลั่นเสร็จ					PD
26	นักเรียนปรับเปลวไฟ ไม่ให้อยู่ชิดก้นหลอดเกินไป					ET

ตารางบันทึกการให้คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่สอบภาคปฏิบัติ 1. ..... 2 .....

3. ..... 4 .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
27.	นักเรียนใช้ที่กั้นลมได้ถูกต้องกับทิศทางที่ลมพัด					ET
28	เมื่อนักเรียนจะหยุดกลั่น นักเรียนยกสายยางออกจากหลอดทดลอง ที่ใช้เป็นหลอดควบแน่นก่อนดับตะเกียง					PD , ET
29	นักเรียนทำการทดลองด้วยความมั่นใจ (ไม่ถามเพื่อน หรือคอยดูเพื่อน)					DE
30	นักเรียนดับตะเกียงโดยใช้ฝาครอบ					ET
31	นักเรียนเก็บอุปกรณ์ชุดการกลั่นบนโต๊ะเรียบร้อยก่อนทำการทดลองต่อไป					NT / PD
32	นักเรียนตักสารเคมีโดยใช้ช้อนตักสารให้เต็มแล้วใช้ด้ามช้อนอีกด้านหนึ่งปาดผิวหน้าให้เรียบโดยไม่กด 					ET

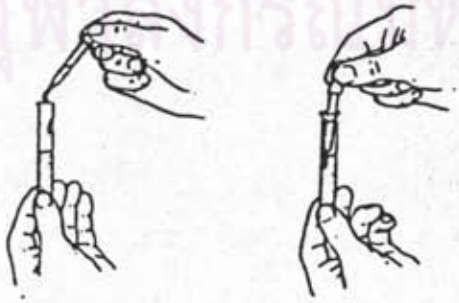
ตารางบันทึกการให้คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่สอบภาคปฏิบัติ 1 ..... 2. .....

2. ..... 3. .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
33	นักเรียนใช้กระดาษลิตมัสชื้น ยังเหนือปาก บีกเกอร์เพื่อทดสอบสมบัติของก๊าซที่เกิดขึ้น จากปฏิกิริยาระหว่างสาร A และ B		/			PD, ET
34	นักเรียนใช้กระบอกฉีดยา ดูดของเหลว ข โดยไม่มีฟองอากาศ					ET
35	นักเรียนค่อย ๆ บีบจุกยางเพื่อให้ของเหลว ค. หยดลงในของเหลว ข. ทีละหยดอย่างสม่ำเสมอ					ET
36	ขณะหยดของเหลว ค. ลงในหลอดทดลอง ปลายหลอดหยดไม่แตะปากหลอดทดลอง และอยู่เหนือปากหลอดทดลองเล็กน้อย					ET



ควรใช้หลอดทดลองขนาดเล็ก

ถูกนี้ ไม่ใช่ถูกนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางบันทึกการให้คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่สอบภาคปฏิบัติ 1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
37.	นักเรียนเขย่าสารในหลอดทดลอง โดยใช้มือสะบัดหลอดไปทางด้านข้าง ให้ปลายหลอดด้านล่างกระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ					ET
38.	นักเรียนดมกลิ่นสารในหลอดทดลองโดยใช้มือโบกไอของสารเข้าจมูก					ET
39.	นักเรียนใช้กระดาษลิตมัสชื้นอังเหนือปากหลอดทดลองเพื่อทดสอบสมบัติของกาซที่เกิดขึ้นจากสารในหลอดทดลอง					PD, ET
40.	นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรม ตอนที่ 2 เสร็จภายในเวลา 15 นาที					DE
41.	เมื่อทดลองเสร็จนักเรียนล้างอุปกรณ์ได้สะอาด					NT
42.	นักเรียนจัดเก็บอุปกรณ์ลงตะกร้าได้เรียบร้อย					NT
43.	นักเรียนทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการได้สะอาดเรียบร้อย					NT
44.	นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมที่กำหนดได้เสร็จภายในเวลา 60 นาที					DE
	รวมคะแนน					

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติถูกต้องได้ 1 คะแนน

ปฏิบัติไม่ถูกต้องได้ 0 คะแนน

หมายเหตุ

ET = เทคนิคการทดลอง

PD = ลำดับขั้นการดำเนินการทดลอง

DE = ความมั่นใจและความคล่องแคล่ว

NT = ความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อย

แบบสังเกตความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

ตารางบันทึกการให้คะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ทำการสังเกต 1. ..... 3. .....

2. ..... 4. .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
1.	นักเรียนจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่นได้ถูกต้องและมั่นคง					(2)
2.	นักเรียนใช้ผ้าหุ้มเทอร์โมมิเตอร์และจุกยางแล้วค่อยๆ หมุนและดันเทอร์โมมิเตอร์เข้าไปในจุกยาง					(2)
3.	มือของนักเรียนที่จับจุกยางและมือที่จับเทอร์โมมิเตอร์อยู่ใกล้กัน					(3)
4.	นักเรียนจุดตะเกียงแอลกอฮอล์โดยใช้ไม้ขีดไฟจุดตะเกียงโดยตรง					(3)
5.	นักเรียนดับก้านไม้ขีดไฟที่จุดแล้วในกระป๋องทราย					(3)
6.	ในการสังเกตดูการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะกลั่น นักเรียนไม่ยื่นหน้าเข้าไปใกล้จนชิดเครื่องมือ					(3)
7.	นักเรียนไม่กลั่นจนสารแห้ง					(3)

ตารางบันทึกการให้คะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ทำการสังเกต 1 ..... 2. .....

3 ..... 4. .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
8.	ในการถ่ายเทสารทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว นักเรียนวางฝาขวดสารไว้ในลักษณะหงาย หรือถือเอาไว้					(3)
9.	ในการถ่ายเทสารทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว นักเรียนระวังไม่ให้สารหกถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย					(1)
10.	ในการถ่ายเทสารทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว นักเรียนระวังไม่ให้สารหกลงบนพื้นโต๊ะปฏิบัติการ					(1)
11.	นักเรียนหยิบสารเคมีด้วยมือเปล่า					(1)
12.	นักเรียนไม่ได้หงายกระบอกฉีดยาเพื่อไล่ฟองอากาศ					(3)
13.	นักเรียนใช้หลอดหยดดูดของเหลว ค. โดยหงายหลอดหยดขึ้น					(2)
14.	นักเรียนไม่ใช้นิ้วมือปิดปากหลอดทดลองขณะเขย่าสาร					(3)

ตารางบันทึกการให้คะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คนที่ทำการสังเกต 1. ..... 2 .....

3. ..... 4 .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
15.	ขณะดมกลิ่นสาร นักเรียนให้ปากหลอดทดลองอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก และห่างจากจมูกพอสมควร					(3)
16.	นักเรียนใช้สารเคมีตามปริมาณที่กำหนด					(1)
17.	นักเรียนนำเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้แล้ว เก็บไว้ในที่เก็บเทอร์โมมิเตอร์ ไม่วางเทอร์โมมิเตอร์ไว้บนพื้นโต๊ะปฏิบัติการ					(2)
18.	นักเรียนวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองชิดขอบโต๊ะ (หรือวางในลักษณะที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย)					(2)
19.	นักเรียนทำอุปกรณ์หล่นหรือแตกหรือชำรุด					(2)

ตารางบันทึกการให้คะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

โรงเรียน ..... วันที่ .....

ชื่อนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ทำการสังเกต 1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

ลำดับที่	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
20.	นักเรียนรักษาบริเวณที่ใช้ทดลองได้สะอาด					(3)
21.	นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมที่กำหนดไว้เท่านั้น					(3)
	รวมคะแนน					

เกณฑ์การให้คะแนน

มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความปลอดภัย ได้ 1 คะแนน

มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความไม่ปลอดภัย ได้ 0 คะแนน

หมายเหตุ

(1) = การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย

(2) = การใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย

(3) = เทคนิคดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

แสดงการคำนวณผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

2. การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยในการสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี และการสังเกตความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

3. การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

4. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ตารางที่ 6 อัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) และอัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) ของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.44	0.56	0.2464	21	0.37	0.63	0.2331
2	0.26	0.76	0.1976	22	0.80	0.20	0.16
3	0.44	0.56	0.2464	23	0.54	0.46	0.2484
4	0.69	0.31	0.2139	24	0.29	0.71	0.2059
5	0.19	0.81	0.1539	25	0.15	0.85	0.1275
6	0.28	0.72	0.2016	26	0.29	0.71	0.2059
7	0.76	0.24	0.1824	27	0.78	0.22	0.1716
8	0.16	0.84	0.1344	28	0.24	0.76	0.1824
9	0.24	0.76	0.1824	29	0.87	0.13	0.1131
10	0.28	0.72	0.2016	30	0.74	0.26	0.1924
11	0.59	0.41	0.2419	31	0.54	0.46	0.2484
12	0.34	0.66	0.2244	32	0.76	0.24	0.1824
13	0.72	0.28	0.2016	33	0.96	0.04	0.0384
14	0.15	0.85	0.1275	34	0.22	0.78	0.1716
15	0.75	0.25	0.1875	35	0.74	0.26	0.1924
16.	0.74	0.26	0.1924	36	0.62	0.38	0.2356
17	0.37	0.63	0.2331	37	0.38	0.62	0.2356
18	0.99	0.01	0.0099	38	0.29	0.71	0.2059
19	0.38	0.62	0.2356	39	0.69	0.31	0.2139
20	0.13	0.87	0.1131	40	0.84	0.16	0.1344

ตารางที่ 6 อัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูก(p) และอัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิด(q) ของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี(ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
41	0.71	0.29	0.2059
42	0.71	0.29	0.2059
43	0.63	0.37	0.2331
44	0.47	0.53	0.2491
45	0.35	0.65	0.2275

ข้อที่	p	q	pq
46	0.85	0.18	0.1275
47	0.76	0.24	0.1824
48	0.47	0.53	0.2491
49	0.69	0.31	0.2139
50	0.49	0.51	0.2499
			pq =9.570

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี จำนวน 50 ข้อ

คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	X^2	fX^2
40	1	40	1600	1600
36	1	36	1296	1296
35	1	35	1225	1225
34	2	68	1156	2312
33	1	33	1089	1089
32	4	128	1024	4096
31	6	186	961	5766
30	5	150	900	4500
29	5	145	841	4205
28	2	56	784	1568
27	7	189	729	5103
26	6	156	676	4056
25	3	75	625	1875
24	5	120	576	2880
23	5	115	529	2645
22	6	132	484	2904
20	3	60	400	1200
18	1	18	324	324
17	1	17	289	289
16	2	32	256	512
14	1	14	196	196
	f = 68	fX= 1805		fX^2 = 49641

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 การหาค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากสูตร

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

$$= \frac{68 \times 49641 - (1805)^2}{68 \times 67}$$

$$= \frac{3375588 - 3258025}{2556}$$

$$= 25.80$$

1.2 การหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากสูตร

$$\text{K - R 20} \quad ; r_{xx} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2}\right]$$

$$= \frac{50}{50-1}\left[1 - \frac{9.570}{25.80}\right]$$

$$= 0.6419$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยในการสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี และการสังเกตความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

ตารางที่ 8 การหาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยในการสังเกตพฤติกรรมทักษะปฏิบัติการเคมี

X = คะแนนจากการสังเกตของผู้วิจัย

Y = คะแนนจากการสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

นักเรียนคนที่	X	Y	X^2	Y^2	XY
1	20	20	400	400	400
2	28	26	784	676	728
3	24	24	576	576	576
4	39	37	1521	1369	1443
5	32	32	1024	1024	1024
6	33	31	1089	961	1023
7	17	16	289	256	272
8	21	22	441	484	462
9	27	26	729	676	702
10	20	21	400	441	420
11	24	25	576	625	600
12	22	20	484	400	440
รวม	307	300	8313	7888	8090

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนวณค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยโดยใช้สูตร

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r แทนค่า ความสอดคล้องในการสังเกตพฤติกรรมทักษะปฏิบัติการเคมี

X แทน คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีที่ได้จากการสังเกตของผู้วิจัย

Y แทน คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีที่ได้จากการสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

n แทน จำนวนนักเรียน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้วิจัย

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัย

$\sum X^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้วิจัย

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

แทนค่า

$$r = \frac{12 \times 8090 - 307 \times 300}{\sqrt{[12 \times 8313 - (307)^2][12 \times 7888 - (300)^2]}}$$

$$= \frac{97080 - 92100}{\sqrt{[99756 - 94249][94656 - 90000]}}$$

$$= \frac{4980}{5507 \times 4656}$$

$$= 0.98$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 การหาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยในการสังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

X = คะแนนจากการสังเกตของผู้วิจัย

Y = คะแนนจากการสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

นักเรียนคนที่	X	Y	X^2	Y^2	XY
1	10	10	100	100	100
2	16	15	256	225	240
3	13	14	169	196	182
4	18	20	324	400	360
5	15	17	225	289	255
6	13	14	169	196	182
7	11	11	121	121	121
8	13	12	169	144	156
9	13	13	169	169	169
10	10	10	100	100	100
11	13	15	169	225	195
12	12	13	144	169	156
รวม	157	164	2115	2334	2216

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนวณค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยโดยใช้สูตร

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r แทน ค่าความสอดคล้องในการสังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

X แทน คะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีที่ได้จากการสังเกตของผู้วิจัย

Y แทน คะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีที่ได้จากการสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

n แทน จำนวนนักเรียน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้วิจัย

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย

$\sum X^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้วิจัย

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีจากการสังเกตของผู้ช่วยวิจัย

แทนค่า

$$r = \frac{12 \times 2216 - 57 \times 164}{\sqrt{[12 \times 2115 - (157)^2][12 \times 2334 - (164)^2]}}$$

$$= \frac{26592 - 25748}{\sqrt{[25380 - 24649][28008 - 26896]}}$$

$$= \frac{844}{731 \times 1112}$$

$$= 0.936$$

3. การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

ตารางที่ 10 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย (X_1) คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี (X_2) และคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y)

นักเรียนคนที่	Y	X_1	X_2	Y^2	X_1^2	X_2^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
1	18	32	29	324	1024	841	576	522	928
2	16.5	25	24	272.25	625	576	412.5	396	600
3	13.5	31	20.5	182.25	961	420.25	418.5	276.75	635.5
4	16	32	28	256	1024	784	512	448	896
5	19	27	28	361	729	784	513	532	756
6	18	17	24.5	324	289	600.25	306	441	416.5
7	17	30	27	289	900	729	510	459	810
8	13.5	23	20.5	182.25	529	420.25	310.5	276.75	471.5
9	16.5	23	32	272.25	529	1024	379.5	528	736
10	17	29	29.5	289	841	870.25	493	501.5	855.5
11	15.5	32	33.5	240.25	1024	1122.25	496	519.25	1072
12	16	31	30	256	961	900	496	480	930
13	11.5	26	14	132.25	676	196	299	161	364
14	10.5	23	12.5	110.25	529	156.25	241.5	131.25	287.5
15	10	14	9.5	100	196	90.25	140	95	133
16	8.5	24	13	72.25	576	169	204	110.5	312
17	12	18	25.5	144	324	650.25	216	306	459

ตารางที่ 10 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย (X_1) คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี (X_2) และคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y) (ต่อ)

นักเรียนคนที่	Y	X_1	X_2	Y^2	X_1^2	X_2^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
18	11.5	16	24	132.25	256	576	184	276	384
19	13	20	24.5	169	400	600.25	260	318.5	490
20	13	26	29	169	676	841	338	377	754
21	18	30	29	324	900	841	540	522	870
22	17	28	27	289	784	729	476	459	756
23	17	35	28	289	1225	784	595	476	980
24	15.5	30	24.5	240.25	900	600.25	465	379.75	735
25	12	24	16	144	576	256	288	192	384
26	13.5	26	24	182.25	676	576	351	324	624
27	14	22	24	196	484	576	308	336	528
28	15.5	22	23.5	240.25	484	552.25	341	364.25	517
29	15.5	27	23	240.25	729	529	418.5	356.5	621
30	12	25	23	144	625	529	300	276	575
31	12.5	26	26.5	156.25	676	702.25	325	331.25	689
32	12	25	24	144	625	576	300	288	600
33	14	30	23.5	196	900	552.25	420	329	705
34	13	29	24	169	841	576	377	312	696
35	13.5	31	24	182.25	961	576	418.5	324	744
36	10.5	27	20.5	110.25	729	420.25	283.5	215.25	553.5
37	16	30	33	256	900	1089	480	528	990
38	14.5	26	30	210.25	676	900	377	435	780

ตารางที่ 10 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย (X_1) คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี (X_2) และคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y) (ต่อ)

นักเรียนคนที่	Y	X_1	X_2	Y^2	X_1^2	X_2^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
39	13.5	29	29	182.25	841	841	391.5	391.5	841
40	14	27	29.5	196	729	870.25	378	413	796.5
41	16	23	23.5	256	529	552.25	368	376	540.5
42	16	26	24	256	676	576	416	384	624
43	14.5	34	21.5	210.25	1156	462.25	493	311.75	731
44	13	27	18	169	729	324	351	234	486
45	14.5	22	22.5	210.25	484	506.25	319	326.25	495
46	15	24	27	225	576	729	360	405	648
47	14.5	27	20	210.25	729	400	391.5	290	540
48	13	16	19	169	256	361	208	247	304
49	15.5	27	18	240.25	739	324	418.5	279	486
50	15	33	31.5	225	1089	462.25	495	322.5	709.5
51	14.5	40	26	210.25	1600	676	580	377	1040
52	14	24	21	196	576	441	336	294	504
53	18	31	36.5	324	961	1332.25	558	657	1131.5
54	14.5	36	25	210.25	1296	625	522	362.5	900
55	15.5	29	23.5	240.25	841	552.25	449.5	364.25	681.5
56	14	29	20	196	841	400	406	280	580
57	10	22	20	100	484	400	220	200	440
58	15.5	31	27	240.25	961	729	480.5	418.5	837
59	19	31	38	361	961	1444	589	722	1178

ตารางที่ 10 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย(X_1) คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี(X_2) และคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y) (ต่อ)

นักเรียนคนที่	Y	X_1	X_2	Y^2	X_1^2	X_2^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
60	13.5	28	32	182.5	784	1024	378	432	896
61	11	24	16.5	121	576	272.25	264	181.5	396
62	13	34	26.5	169	1156	702.25	442	344.5	901
63	5	23	9	25	529	81	115	45	207
64	5	20	13.5	25	400	182.25	100	67.5	270
65	11	20	18	121	400	324	220	198	360
66	10	22	16.5	100	484	272.25	220	165	363
67	13	32	20.5	169	1024	420.25	416	266.5	656
68	12	22	14	144	484	196	264	168	308
รวม	945.5	1805	1603	13673.75	49641	40196.5	25518.5	23126.75	43488.5

$\bar{Y} = 13.904$ S.D. = 2.784

$\bar{X}_1 = 26.544$ S.D. = 5.042

$\bar{X}_2 = 23.574$ S.D. = 5.950

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย (X_1) กับคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y)

$$r_{X_1Y} = \frac{n \sum X_1 Y - \sum X_1 \sum Y}{\sqrt{[n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$= \frac{68 \times 25518.5 - 1805 \times 945.5}{\sqrt{[68 \times 49641 - (1805)^2][68 \times 13673.75 - (945.5)^2]}}$$

$$= \frac{1735258 - 1706627.5}{\sqrt{[3375588 - 3258025][929815 - 893970.25]}}$$

$$= \frac{28630.5}{\sqrt{117563 \times 35844.75}}$$

$$= 0.44$$

<u>การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</u> r_{X_1Y}

ก. ตั้งสมมติฐาน

H_0 ; $r = 0$

H_1 ; $r \neq 0$

ข. ทดสอบค่า t

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}}$$

$$= \frac{0.44}{\sqrt{\frac{1 - 0.44^2}{68 - 2}}}$$

$$= \frac{0.44}{\sqrt{\frac{1 - .1936}{66}}}$$

$$= 3.980$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการเปิดตาราง t , df = 66 ที่ระดับ .01 t = ± 2.66 แต่ค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 3.980 จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่า r_{X_1Y} มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี (X_2) กับคะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y)

$$r_{X_2Y} = \frac{n \sum X_2Y - \sum X_2 \sum Y}{\sqrt{[n \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$= \frac{68 \times 23126.75 - 1603 \times 945.5}{\sqrt{[68 \times 40196.5 - (1603)^2][68 \times 13673.75 - (945.5)^2]}}$$

$$= \frac{1572619 - 1515636.5}{\sqrt{[2733362 - 2569609][929815 - 893970.25]}}$$

$$= \frac{56982.5}{\sqrt{163753 \times 35844.75}} = 0.7437$$

<u>การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</u> r_{X_2Y}

ก. ตั้งสมมติฐาน

H_0 ; $r = 0$

H_1 ; $r \neq 0$

ข. ทดสอบค่า t

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}}$$

$$= \frac{0.74}{\sqrt{\frac{1 - 0.74^2}{68 - 2}}}$$

$$= \frac{0.74}{\sqrt{\frac{1 - 0.5476}{66}}} = 8.938^*$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการเปิดตาราง t , df = 66 ที่ระดับ .01, t = ± 2.66 แต่ค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 8.938 จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่า r_{X_2Y} มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย (X_1) กับคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี (X_2)

$$r_{X_1X_2} = \frac{n \sum X_1X_2 - \sum X_1 \sum X_2}{\sqrt{[n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2][n \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2]}}$$

$$= \frac{68 \times 43488.5 - 1805 \times 1603}{\sqrt{[68 \times 49641 - (1805)^2][68 \times 40196.5 - (1603)^2]}}$$

$$= \frac{63803}{\sqrt{117563 \times 163753}} = 0.4598$$

<u>การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</u> $r_{X_1X_2}$

ก. ตั้งสมมติฐาน

H_0 ; $r = 0$

H_1 ; $r \neq 0$

ข. ทดสอบค่า t

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}}$$

$$= \frac{0.46}{\sqrt{\frac{1 - 0.46^2}{68 - 2}}}$$

$$= \frac{0.46}{\sqrt{\frac{1 - 0.2116}{66}}} = 4.20^*$$

จากการเปิดตาราง t , df = 66 ที่ระดับ .01 t = ± 2.66 แต่ค่าที่คำนวณได้เท่ากับ 4.20 จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่า $r_{X_1X_2}$ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ

4.1 <u>การคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ</u> โดยใช้คะแนนความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีเป็นตัวเกณฑ์(Y) และใช้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย(X_1) และคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี(X_2) เป็นตัวพยากรณ์โดยใช้สูตร

$$R_{Y.12} = \sqrt{\frac{r^2_{X_1Y} + r^2_{X_2Y} - r^2_{X_1Y} \cdot r^2_{X_2Y} \cdot r^2_{X_1X_2}}{1 - r^2_{X_1X_2}}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0.44)^2 + (0.74)^2 - (0.44)^2 \cdot (0.74)^2 \cdot (0.46)^2}{1 - (0.46)^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.1936 + 0.5476 - 0.1936 \times 0.5476 \times 0.2116}{1 - 0.2116}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.718767149}{0.7884}}$$

$$= 0.9548$$

ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ค่าสถิติ F ในการทดสอบ

ก. ตั้งสมมติฐาน

H_0 ; $R = 0$

H_1 ; $R \neq 0$

ข. ทดสอบ F

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2}\left[\frac{N - g - 1}{g}\right]$$

$$= \frac{(0.95)^2}{1 - (0.95)^2}\left[\frac{68 - 2 - 1}{2}\right]$$

$$= \frac{0.9025}{1 - 0.9025}[32.5]$$

$$= 300.83$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตาราง F ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01, $df_1 = 2$, $df_2 = 65$ มีค่าเท่ากับ 4.95 แต่ค่า F ที่คำนวณได้เท่ากับ 300.83 ซึ่งมีค่ามากกว่า F จากตาราง จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่า $R_{Y.X_1X_2}$ มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความสำคัญ.01

4.2 <u>การสร้างสมการพยากรณ์</u> พยากรณ์ความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี(Y) โดยใช้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย(X_1) และทักษะปฏิบัติการเคมี(X_2) เป็นตัวพยากรณ์โดยสร้างสมการในรูปคะแนนดิบ

$$Y = C + a_1X_1 + a_2X_2$$

ค่า a_1 , a_2 และ C คำนวณได้จากการแก้สมการปกติ ดังนี้

จากสูตร

$$\sum Y = nC + a_1 \sum X_1 + a_2 \sum X_2$$

$$\sum X_1Y = C\sum X_1 + a_1 \sum X_1^2 + a_2 \sum X_1X_2$$

$$\sum X_2Y = C\sum X_2 + a_1 \sum X_1X_2 + a_2 \sum X_2^2$$

แทนค่า $\sum Y$, $\sum X_1$, $\sum X_2$, $\sum X_1^2$, $\sum X_2^2$, $\sum X_1Y$, $\sum X_2Y$, $\sum X_1X_2$ และ n แล้วได้สมการปกติดังนี้

$$945.5 = 68\ C + 1805\ a_1 + 1603\ a_2$$

$$25518.5 = 1805\ C + 49641\ a_1 + 43488.5\ a_2$$

$$23126.75 = 1603\ C + 43488.5\ a_1 + 40196.5\ a_2$$

แก้สมการได้

$a_1 = 0.07$

$a_2 = 0.32$

C แทนค่าคงที่ = 4.50

แทนค่า a_1 , a_2 , C ซึ่งหาได้จากสมการปกติ แทนในสมการพยากรณ์พหุคูณในรูปคะแนนดิบได้ดังนี้

$$Y = 4.50 + 0.07\ X_1 + 0.32\ X_2$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การทดสอบนัยสำคัญของสมการพยากรณ์</u>

ก. ตั้งสมมติฐาน

H_0 ; $R = 0$

H_1 ; $R \neq 0$

ข. ทดสอบนัยสำคัญ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

(1) หา Sum of Squares for Total (SS_t)

$$SS_t = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N}$$

$$= 13673.75 - \frac{(945.5)^2}{68}$$

$$= 13673.75 - \frac{893970.25}{68}$$

$$= 527.128677$$

(2) หา Sum of Squares for Regression (SS_{reg})

$$SS_{reg} = a_1 \sum X_1Y + a_2 \sum X_2Y + C \sum Y - \frac{(\sum Y)^2}{N}$$

$$= 0.07x25518.5+0.32x23126.75+4.5x945.5-\frac{(945.5)^2}{68}$$

$$= 1786.295+7400.56+4254.75-13146.62132$$

$$= 294.9368$$

(3) หา Sum of Squares for Residuals (SS_{res})

$$SS_{res} = \sum Y^2 - a_1 \sum X_1Y - a_2 \sum X_2Y - C \sum Y$$

$$= 13673.75-0.07(25518.5)-0.32(23126,75)-4.50(945.5)$$

$$= 13673.75-1786.295-7400.56-4254.75$$

$$= 232.145$$

(4) หา Degrees of Freedom สำหรับ Total

$$= N - 1$$

$$= 68 - 1$$

$$= 67$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(5) หา Degrees of Freedom สำหรับ Regression = m

= 2

Degrees of Freedom สำหรับ Residuals = N-m-1

= 68-2-1

= 65

(6) หา Mean Square สำหรับ Regression $= SS_{reg} / df$

$= \frac{294.9368}{2}$

= 147.4684

Mean Square สำหรับ Residuals $= SS_{res} / df$

$= \frac{232.145}{65}$

= 3.57146

(7) คำนวณค่า เอฟ (F)

$$F_{m\ ,N-m-1} = \frac{MS_{reg}}{MS_{res}}$$

$$F_{2\ ,\ 65} = \frac{147.4684}{3.57146}$$

= 41.2907 *

* $p < .01$

จากการเปิดตาราง F ที่ df 2, 65 ที่ระดับ .01 มีค่าเท่ากับ 4.95 แต่ค่า F ที่คำนวณได้เท่ากับ 41.2907 ซึ่งมากกว่าค่า F จากตาราง จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่า สมการพยากรณ์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติในการพยากรณ์ที่ระดับ .01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 <u>หาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์</u>

จากสูตร $S_{Y.12} = S_Y \sqrt{1 - R^2_{Y.12}}$

แทนค่า $S_{Y.12} = 2.78 \sqrt{1 - (0.95)^2}$

$= 2.78 \sqrt{1 - 0.9025}$

$= 2.78 \times 0.3122$

$= 0.8679$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

ว่าที่ ร.ต.ธีรพล จิณแพทย์ เกิดเมื่อวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ.2504 ที่จังหวัดกาญจนบุรี สำเร็จการศึกษา การศึกษาบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับสอง (เคมี) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เมื่อปีการศึกษา 2526 และเข้าศึกษาต่อในสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี) ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2529 ปัจจุบัน รับราชการ ตำแหน่ง อาจารย์ 1 โรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย