

## บรรณานุกรม

ภาษาไทยหนังสือ

- จำนง พรายแย้มแซ. เทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์  
สหบัณฑิต, 2514.
- ชวาล แพร์ทกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,  
2516.
- ประคอง กรวรรณสุต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร:  
โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520.
- พรณี ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท  
รวุฒิกิจการพิมพ์, 2516.
- สุวัจน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์  
วัฒนาพานิช, 2517.
- อำพล ชรรณเจริญ. ทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์รุ่งเรือง-  
ธรรม, 2520.

บทความ

- จรรยา สุวรรณทัต. "การวิจัยผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในระดับ  
ชั้นต่าง ๆ." วารสารการวิจัยทางการศึกษา (เล่ม 3), 2516.
- ชูลี ชัยพิพัฒน์. "ครูวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติในโรงเรียน."  
วิทยาศาสตร์ (มีนาคม 2508): 233-235.

ทองสุข พงศทัต. "การสอนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์." ศูนย์ศึกษา 29 (มิถุนายน 2499)

ธีระชัย ปุณโษติ. "การสอนวิทยาศาสตร์แผนใหม่." วารสารสามัญศึกษา 10 (6) (มิถุนายน 2516): 30-33.

พิทักษ์ รัชภพลเดช. "การพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์." ศูนย์ศึกษา (กันยายน 2507): 18-28.

สุจิต บุญปก. "การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์." ประชาศึกษา (พฤศจิกายน 2519): 24-30.

อำนาจ เจริญศิลป์. "งานภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น." มิตรครู 20 (ตุลาคม 2516): 22-24.

### เอกสารอื่น ๆ

ชื่นจิตต์ ยุกศิริรัตน์. "ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเฉลี่ยผลการสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติของนักศึกษาอนุปริญญาพยาบาล." วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต แผนกวิชาพยาบาลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2512.

ชุมเน็ค ทองดี. "ปัญหาและอุปสรรคในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติในชั้นมศ.ปลาย." วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2506.

นิมิต มาศเกษม. "การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนระหว่างวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง." วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

นวลวี ทิพานุกะ. "การสำรวจปัญหาและอุปสรรคในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้น มศ.ปลาย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2508.

บุญฤทธิ์ ศิริอาชากุล. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้น ม.ศ.1 กับ ม.1 ในเขต  
การศึกษา 6." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

พรณี เกษมกล. "การร่วมมือ-การแข่งขันที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ  
ความคิดสร้างสรรค์." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-  
วิโรฒ ประสานมิตร, 2522.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิชา  
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: การศึกษา, 2520.

สุมาลี โฉมเฉลา. "การสำรวจอุปสรรคของปฏิบัติการและการใช้อุปกรณ์การสอนวิทยา-  
ศาสตร์ของโรงเรียนในจังหวัดพระนครและธนบุรี." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต  
แผนกศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2504.

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี. "ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น  
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกศึกษาศาสตร์-  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.

### ภาษาอังกฤษ

#### Books

Anderson, O. Roger. The Experience of Science. U.S.A.: Columbia  
University, 1976

- Anstee, Macmahon, Passmore and Poulter. Science Through Experiment I. London and Beccles: William Clowes and Sons, Limited, 1966.
- Chung, Teh Fan. Item Analysis Table. New Jersey: Educational Testing Service, Princeton, 1952.
- Klopfer, Leopold E. Handbooks on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. U.S.A.: McGraw-Hill Book Company, 1971.
- Lake, Charles H., Welton, Louis E., and Adell, James C. Science Through Experiment. U.S.A.: Silver Burdett Company, 1951.
- Mehrens, William A. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. 2d ed. U.S.A.: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1978.
- Scannell, Noll. Introduction of Educational Measurement. 3d ed. Boston: Houghton Mifflin Co., Ltd., 1972.
- Sund, Robert B., and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry. Ohio: Charles E. Merrill Books, 1967.
- Tannenbamm and Stillman. Science Education for Elementary School Teachers. Boston: Allyn and Bacon Company, 1960.
- Thurber, Walter A., and Collete, Alfred T. Teaching Science in Today's Secondary School. 2d ed. Boston: Allyn and Bacon Inc., 1964.

UNESCO. Source Book for Science Teaching. France: Revise and enlarged edition, 1962.

Vrana, Ralph S. Junior High School Science Activities. West Nyack: Parker Publishing Company, 1969.

Washton, Nathan S. Teaching Science Creativity in the Secondary Schools. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1967.

#### Articles

Davidson, Jay Frank. "Comparing the Effects of Competency Measures and Laboratory Report Upon Achievement in a College Science Laboratory Course." Dissertation Abstracts International 39 (August 1978): 795-A.

Evans, Bret Edgar. "Attitude and Achievement Effects of Grouping Practices for Remedial Students in College Mathematics." Dissertation Abstracts International 35 (February 1975): 5647-A.

Hearle, Robert James. "The Identification and Measurement of High School Chemistry Laboratory Skills." Dissertation Abstracts International 34 (May 1974): 7067-A.

Macbeth, Douglas Russel. "The Extent to which Pupils Manipulate Materials and Attainment of Process Skills in Elementary School Science." Journal of Research in Sciences Teaching II (January 1974): 45-51.

Sanderson, Humphreys and Barbara. "Cooperation, Competition,  
Individualism and the Ninth Grade Science Student."  
Dissertation Abstracts International 40 (May 1980):  
5811-A.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก.

แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดลองที่ 1.9

ทักษะที่จะประเมิน

อุปกรณ์และสารเคมี

เรื่องการทำปริมาตรของสิ่งต่าง ๆ

การใช้น้ำ

1. ไม้บรรทัด
2. คินนํ้ามันรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 7.5 ซม. x 5.4 ซม. x 1.2 ซม.
3. ถ้วยพลาสติก
4. หลอดคณิศยา
5. ตาชั่ง
6. คินสอเขียนแก้ว หรือปากกาเมจิก

เวลาที่ใช้

30 นาที

วิธีทำการทดลอง

1. ให้นักเรียนประมาณด้วยสายตาว่า กอนคินนํ้ามันที่ครูกำหนดให้มีความยาว ความกว้าง และความหนาเป็นเท่าไร บันทึกผลลงในตาราง
2. ใช้นไม้บรรทัดวัดความยาว ความกว้าง ความหนาของคินนํ้ามัน กอนเดิม ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย บันทึกผล และเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่ประมาณด้วยสายตาว่าใกล้เคียงกันเพียงไร
3. ใช้นมือประมาณความวลของคินนํ้ามันกอนเดิมว่าเป็นกี่กรัม บันทึกผล
4. ชั่งหามวลของคินนํ้ามัน บันทึกผล แล้วเปรียบเทียบความวลที่นักเรียนประมาณไว้
5. ประมาณด้วยสายตาว่าน้ำในถ้วยพลาสติกที่ครูกำหนดให้ปริมาตรเท่าไร บันทึกผลลงในตาราง
6. ใช้นหลอดคณิศยาวัดปริมาตรของน้ำในถ้วยพลาสติก บันทึกผล แล้วเปรียบเทียบกับปริมาตรที่นักเรียนประมาณด้วยสายตา



ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
<p>1. การใช้ตาชั่ง</p> <p>1.1 เลื่อนค้อนน้ำหนักให้อยู่ที่จุดเริ่มต้นที่ 0</p> <p>1.2 ปรับศูนย์ก่อนใช้</p> <p>1.3 เลื่อนค้อนน้ำหนักจนตาชั่งสมดุล</p> <p>1.4 การอ่านค่าน้ำหนัก</p> <p>1.5 เมื่อใช้แล้วต้องเลื่อนค้อนน้ำหนักกลับไปอยู่ที่จุดเริ่มต้นเหมือนเดิม</p>		

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

<u>การทดลอง 2.1</u>	เรื่อง การเปลี่ยนสถานะ จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของน้ำ	
<u>ทักษะที่จะประเมิน</u>	1. การใช้เทอร์โมมิเตอร์	4. การใช้ไม้หนีบ
	2. การจับเวลา	5. การใช้ตะเกียงสีฟอสฟอรัส
	3. การคนสาร	6. การต้มสารในหลอดที่จับอยู่กับที่
<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>	1. กลองพลาสติกเบอร์ 3	7. จุกยางเจาะ 2 รู
	2. หลอดทดลองขนาดใหญ่	8. หลอดนำก๊าซ
	3. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	9. ขาตั้งและที่จับหลอดทดลอง
	4. เทอร์โมมิเตอร์	10. แท่งแก้วคน
	5. น้ำแข็งใส	11. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม
	6. น้ำกลั่น	12. เศษกระดาษกรองหัตถ์ก่อนเม็ค เล็ก
		13. นาฬิกา
<u>เวลาที่ใช้</u>	60 นาที	
<u>วิธีทำการทดลอง</u>	การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน	
<u>การทดลองตอนที่ 1</u>	1. ใส่น้ำแข็งละเอียดลงในกลองพลาสติกเบอร์ 3 ประมาณ $3/4$	
<u>ของทดลอง</u>	2. เสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงในน้ำแข็ง เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ให้อ่านและบันทึกอุณหภูมิ	
	3. ไขนแท่งแก้วคนน้ำแข็งให้ทั่วตั้งหลอดทดลองเวลา อ่านและบันทึกอุณหภูมิทุก 1 นาที จนน้ำแข็งหลอมเหลวหมด ทำเครื่องหมายแสดงเวลาที่น้ำแข็งหลอมเหลวหมด	
	3. เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวหมดแล้ว ให้อ่านและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 2 นาที ต่อไปอีก 5 นาที	

การทดลองตอนที่ 2

1. ใช้หลอดทดลองขนาดใหญ่ใส่น้ำกลั่น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ใช้จุกยางที่เสียบเทอร์โมมิเตอร์และหลอดนำกาซบิคปากหลอดทดลอง
3. ทมน้ำในหลอดทดลอง อานและบันทึกอุณหภูมิไว้ทุก ๆ นาที จนถึง

นาทีที่ 10

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
1. การใช้เทอร์โมมิเตอร์ 1.1 ให้กระเปาะสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัด 1.2 กระเปาะไม่สัมผัสกับคานข้างและก้นภาชนะ 1.3 เทอร์โมมิเตอร์อยู่ในลักษณะตั้งตรง 1.4 ขณะอ่านอุณหภูมิระดับตาตรงกับระดับของเหลว 1.5 อ่านอุณหภูมิขณะที่กระเปาะยังสัมผัสกับสิ่งที่วัด 1.6 การอ่านค่าอุณหภูมิ 1.7 เมื่อใช้เสร็จแล้วทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วจึงเก็บเข้าที่		
2. การจับเวลา 2.1 เมื่อเสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงในน้ำแข็งผ่านไป 2 นาที เริ่มจับเวลาทันที 2.2 จับเวลาทันทีเมื่อจุดตะเกียงอัลกอฮอล์ขณะทมน้ำ 2.3 อ่านอุณหภูมิและบันทึกผลในแต่ละ 1 นาที ใต้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง		

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
<p>3. การคนสาร</p> <p>3.1 ขณะคนแท่งแก้วไม่กระทบคานข้างและกนกษณะ</p> <p>3.2 เมื่อไขเสร็จแล้วเช็คให้แห้ง</p> <p>4. การใช้ไม้หนีบ</p> <p>4.1 หนีบหลอดที่ระยะประมาณ 1/3 จากปากหลอดทดลอง</p> <p>4.2 ก่อนไขหนีบเทอร์โมมิเตอร์ให้ไขเศษผ้าหรือเศษกระดาษชำระหุ้มให้แน่นเสียก่อน</p> <p>4.3 การถือไม้หนีบขณะหนีบอุปกรณ์ต้องไม่ออกแรงกดไม้หนีบ</p> <p>5. การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์</p> <p>5.1 ตรวจสอบสภาพความเรียบร้อยของตะเกียง</p> <p>5.2 ปรับให้สูงพอเหมาะ</p> <p>5.3 จุดตะเกียงเมื่อเตรียมสารพร้อมแล้ว</p> <p>5.4 ไม่จุดไฟด้วยวิธีต่อตะเกียง โดยการเอียงตะเกียงที่ใส่กำลังลุกไหม้อยู่</p> <p>5.5 คับตะเกียงโดยไขฝาครอบ</p> <p>5.6 คับก้านไม้ขีดเมื่อจุดตะเกียงแล้วและทิ้งลงในกระป๋องทราย</p> <p>6. การต้มสารในหลอดที่จับอยู่กับที่</p> <p>6.1 ก่อนต้มต้องเช็คกนกษณะให้แห้ง</p> <p>6.2 ก่อนต้มใส่เศษกระเบื้องหรือหินอ่อนเม็ดเล็ก ๆ ลงในหลอด</p>		



ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
2. การทำเครื่องหมาย 2.1 สามารถทำเครื่องหมายลงบนจานหลุมโลหะ 2.2 บอกได้ถูกต้องว่าหลุมใดใส่น้ำชนิดใด 2.3 เมื่อทดลองเสร็จแล้วเช็คเครื่องหมายนั้นออก		

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดลองที่ 2.9

เรื่องวิธีแก้น้ำกระด้าง

ทักษะที่จะประเมิน

- |                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1. การใช้หลอดนี้คยา              | 3. การใช้ช้อนตักสาร                  |
| 2. การเขย่าหลอดทดลอง             | 4. การต้มสารในหลอดที่จับด้วยไม้หนีบ  |
| 5. หลอดทดลองขนาดกลาง             | 6. ไม้หนีบหลอดทดลอง                  |
| 2. ช้อนตักสาร เบอร์ 1            | 7. สารละลายคัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต |
| 3. ที่ตั้งหลอดทดลอง              | 8. สารละลายคัลเซียมคลอไรด์           |
| 4. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่ก้นลม | 9. โซเดียมคาร์บอเนต                  |
| 5. หลอดนี้คยา                    | 10. น้ำสบู่                          |

อุปกรณ์และสารเคมี

เวลาที่ใช้

35 นาที

วิธีทำการทดลอง

1. ใส่น้ำกระด้างชนิดที่มีคัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด หลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร (สมมติว่าเป็นชุด ก.)
2. ใส่น้ำกระด้างชนิดที่มีคัลเซียมคลอไรด์ละลายอยู่ในหลอดทดลองขนาดกลางอีก 3 หลอด หลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร (สมมติว่าเป็นชุด ข.)
3. เติมน้ำสบู่ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในหลอดที่ 1 ของชุด ก. และชุด ข. เขย่าหลอด สังเกต และบันทึกผล
4. นำน้ำหลอดที่ 2 ของชุด ก. และ ชุด ข. มาต้มให้เดือดสัก 3 นาทีทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำสบู่ลงไปหลอดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าหลอด สังเกตและบันทึกผล
5. เติมโซเดียมคาร์บอเนตลงในหลอดที่ 3 ของชุด ก. และชุด ข. หลอดละ 1 ช้อนเบอร์ 1 เขย่าแล้วเติมน้ำสบู่ลงไปหลอดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าอีกครั้ง สังเกตและบันทึกผล



ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
<p>1. การใช้หลอดฉีดยา</p> <p>1.1 จับปลายหลอดลงในช่องเหลว แล้วกดก้านสูบให้ชิดกับกระบอกสูบเพื่อไลฟองอากาศ</p> <p>1.2 ขณะอ่านปริมาตร ต้องให้ตาอยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตรบนกานหลอด</p> <p>1.3 การอ่านค่าปริมาตร</p> <p>1.4 ในขณะที่ก้านสูบขึ้น ถ้ามีฟองอากาศอยู่จะต้องกดกานหลอดลงไปใหม่</p> <p>1.5 ก่อนจะใช้จุดของเหลวชนิดอื่นต่อไป ต้องทำความสะอาดเสียก่อน หรือใช้หลอดฉีดยา 1 หลอด ต่อของเหลว 1 ชนิด</p> <p>2. การเขย่าหลอดทดลอง</p> <p>2.1 ในการเขย่า จะไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายสัมผัสกับสารละลายในหลอด</p> <p>2.2 ใช้มือจับหลอด เขย่าโดยให้ส่วนล่างของหลอดกระแทกกับฝ่ามือของอีกข้างหนึ่งเบา ๆ</p> <p>3. การใช้ช้อนตักสาร</p> <p>3.1 ช้อนตักสารจะต้องแห้งก่อนใช้</p> <p>3.2 เมื่อตักสารแล้วใช้ตามช้อนอีกคันหนึ่งหรือวัสดุใดก็ได้ที่มีลักษณะคล้าย ปาดปากช้อนเพียงครั้งเดียว</p> <p>3.3 ไม่กวดสารในช้อนก่อนปาด</p> <p>3.4 ไม่ใช้ช้อนตักสารลงไปคนในสารละลาย</p>		



ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
4. การتمสารในหลอกที่จับควยไม้หนีบ 4.1 ณะคมตองสายหลอกไปมาซ่า ๆ 4.2 จับหลอกเอียงลงเป็นมุม 60 องศา 4.3 หันปากหลอกไปทางคานที่ไม่มีคนอยู่		

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดลองที่ 2.11    เรื่องการกรอง

ทักษะที่จะประเมิน            การรินสาร

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กรวย	4. แท่งแก้วคน
2. ขาค้างและที่จับหลอดทดลอง	5. กระจกกรอง
3. บีกเกอร์	6. น้ำผสมผงขอลัก

เวลาที่ใช้                            20 นาที

วิธีทำการทดลอง

1. พับกระดาษกรองแล้ววางลงในกรวย
2. ใช้ไม้หนีบจับก้านกรวยไว้ แล้วนำบีกเกอร์มารองรับที่ปลายก้านกรวย
3. แบ่งน้ำที่ผสมกับผงขอลักเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเทลงในกรวย

อีกส่วนหนึ่งเก็บไว้เปรียบเทียบ

4. สังเกตน้ำที่ได้จากการกรอง เปรียบเทียบกับน้ำที่ไม่ได้อ่านการกรอง

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
1. การรินสาร 1.1 รินของเหลวออกทางปากของบีกเกอร์ 1.2 รินผ่านแท่งแก้วลงสู่ภาชนะ โดยไหลปลายแท่งแก้วสัมผัสชิดกับขอบภาชนะที่รองรับ		

แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

<u>การทดลองที่ 7.1</u>	เรื่องการหาค่าความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะ	
<u>ทักษะที่จะประเมิน</u>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การต้มสารในบีกเกอร์</li> <li>2. การคนสาร</li> <li>3. การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์</li> <li>4. การจับเวลา</li> </ol>	
<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร</li> <li>2. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กันลมและตะแกรงลวด</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. แท่งแก้วคน</li> <li>4. น้ำแข็งใส</li> <li>5. นาฬิกา</li> </ol>
<u>เวลาที่ใช้</u>	30 นาที	
<u>วิธีทำการทดลอง</u>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใส่น้ำแข็งประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์</li> <li>2. นำบีกเกอร์ตั้งไฟ จับเวลาจนกระทั่งน้ำแข็งหลอมเหลวหมด</li> <li>3. จับเวลาต่อไป ตั้งแต่น้ำแข็งหลอมเหลวหมดจนน้ำเริ่มเดือดทั่ว</li> </ol>	
<u>ทั้งหมด</u>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. จับเวลาช่วงสุดท้าย ตั้งแต่น้ำเริ่มเดือดจนกลายเป็นไอหมด</li> </ol>	
<u>แล้วบันทึกผลการทดลอง</u>		

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
<p>1. การทรมสารในบีกเกอร์</p> <p>1.1 ก่อนจะนำบีกเกอร์ตั้งไฟต้องเช็คส่วนล่างของบีกเกอร์ให้แห้งเสียก่อน</p> <p>1.2 ขณะต้ม ใช้แท่งแก้วคอยคนสารอยู่อย่างสม่ำเสมอ</p>		
<p>2. การคนสาร</p> <p>2.1 ขณะคน แท่งแก้วไม่กระทบคานข้างและก้นภาชนะ</p> <p>2.2 เมื่อใช้เสร็จแล้วเช็คให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่</p>		
<p>3. การใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์</p> <p>3.1 ตรวจสอบสภาพความเรียบร้อยของตะเกียง</p> <p>3.2 ปรับให้สูงพอเหมาะ</p> <p>3.3 จุดตะเกียงเมื่อเตรียมสารพร้อมแล้ว</p> <p>3.4 ไม่จุดโดยวิธีต่อตะเกียง โดยการเอียงตะเกียงที่ใส่กำลังลุกไหม้</p> <p>3.5 คับตะเกียงโดยใช้ฝาครอบ</p> <p>3.6 คับก้านไม้ขีดเมื่อจุดตะเกียงแล้วทิ้งลงในกระป๋องทราย</p>		
<p>4. การจับเวลา</p> <p>4.1 การจับเวลาดังแต่นำบีกเกอร์ตั้งไฟ จนกระทั่งน้ำแข็งหลอมเหลวหมด</p> <p>4.2 การจับเวลาดังแต่น้ำแข็งหลอมเหลวหมดจนน้ำเริ่มเดือด</p> <p>4.3 การจับเวลา ตั้งแต่น้ำเริ่มเดือดจนกลายเป็นไอหมด</p>		

แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การทดลองที่ 7.4

เรื่องเกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

ทักษะที่จะประเมิน

1. การใช้เทอร์โมมิเตอร์
2. การใช้กระดาษทดสอบ กรด-เบส
3. การเขย่าหลอดทดลอง
4. การใช้หลอดคั่นยา
5. การใช้ช้อนตักสาร

อุปกรณ์และสารเคมี

- |                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. เทอร์โมมิเตอร์                    | 9. สารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์      |
| 2. หลอดทดลองขนาดกลาง                 | 0.5 โมล/ลิตร                      |
| 3. หลอดคั่นยา                        | 10. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต        |
| 4. ช้อนตักสารเบอร์ 1 และ 2           | 0.25 โมล/ลิตร                     |
| 5. ที่ตั้งหลอดทดลอง                  | 11. คัลเซียมไฮดรอกไซด์            |
| 6. สารละลายกรดซัลฟริก 1 โมล/ลิตร     | 12. อัมโมเนียมคลอไรด์             |
| 7. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 โมล/ลิตร | 13. โซเดียมไฮโครเจนคาร์บอเนต      |
| 8. สารละลายกรดอะซิติก 1 โมล/ลิตร     | 14. ผงตะไบเหล็ก                   |
|                                      | 15. สังกะสี                       |
|                                      | 16. กระดาษลิตมัสสีแสดและสีน้ำเงิน |

เวลาที่ใช้

50 นาที

วิธีทำการทดลอง

1. ใส่กรดซัลฟริก 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง วัตถุประสงค์ เติมสารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง และวัตถุประสงค์อีกครั้งหนึ่ง บันทึกผล
2. ใช้กระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแสดชุบน้ำ อังไว้ที่ปากหลอด วัตถุประสงค์ สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 แต่เปลี่ยนใช้สาร

ดังต่อไปนี้ คือ

หลอดที่ 2 สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร กับผงตะไบเหล็ก 1 ซอนเบอร์ 1

หลอดที่ 3 กรดไฮโดรคลอริก 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร กับสังกะสีขนาด 1 เซนติเมตร  $\times$  1 เซนติเมตร จำนวน 3 ชิ้น

หลอดที่ 4 กรดอะซิติก 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร กับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 ซอนเบอร์ 2

หลอดที่ 5 คัลเซียมไฮดรอกไซด์ อัมโมเนียมคลอไรด์ อย่างละ 1 ซอนเบอร์ 2

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
<p>✓ 1. การใช้เทอร์โมมิเตอร์</p> <p>1.1 ให้กระดาษสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัด</p> <p>1.2 กระดาษไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ</p> <p>1.3 เทอร์โมมิเตอร์อยู่ในลักษณะตั้งตรง</p> <p>1.4 อ่านอุณหภูมิ ระดับตาตรงกับระดับของเหลว</p> <p>1.5 อ่านอุณหภูมิขณะที่กระดาษยังสัมผัสกับสิ่งที่วัด</p> <p>1.6 การอ่านค่าอุณหภูมิ</p> <p>1.7 เมื่อใช้เสร็จแล้วทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วจึงเก็บเข้าที่</p> <p>2. การใช้กระดาษทดสอบ กรด-เบส</p> <p>2.1 ใช้ปากคีบหรือมือที่สะอาดจับกระดาษทดสอบที่ละแผ่น</p> <p>2.2 ใช้กระดาษอังที่ปากหลอดโดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด</p>		

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
<p>2.3 เมื่อกระดาษลิตมัสเปลี่ยนสี สามารถบอกได้ว่าสารที่กำลังทดสอบนั้นเป็น กรด-เบส</p> <p>3. การเขย่าหลอดทดลอง</p> <p>3.1 ในการเขย่าจะไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายสัมผัสกับสารละลายในหลอด</p> <p>3.2 ใช้มือจับหลอด แล้วเขย่าโดยให้ส่วนกลางของหลอดกระแทกกับฝ่ามือของอีกข้างหนึ่งเบา ๆ</p> <p>4. การใช้หลอดจี้คยา</p> <p>4.1 จุ่มปลายหลอดลงในของเหลว แล้วกักกานสูบให้ชิดกับกระบอกสูบ เพื่อไลฟองอากาศ</p> <p>4.2 ขณะอ่านปริมาตร ต้องให้ตาอยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตรบนกานหลอด</p> <p>4.3 การอ่านค่าปริมาตร</p> <p>4.4 ในขณะที่กักกานสูบขึ้นถ้ามีฟองอากาศอยู่จะต้องกักกานหลอดลงไปใหม่</p> <p>4.5 ก่อนจะใช้คูดของเหลวชนิดอื่นต้องทำความสะอาดเสียก่อน หรือใช้หลอดจี้คยา 1 หลอดต่อของเหลว 1 ชนิด</p> <p>✓ 5. การใช้ชอนตักสาร</p> <p>5.1 ชอนตักสารจะต้องแห้งก่อนใช้</p> <p>5.2 เมื่อตักสารแล้วใช้คามาชอนอีกคันหนึ่งหรือวัสดุใดก็ได้ที่มีลักษณะคล้าย ปากปากชอนเพียงครั้งเดียว</p>		

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
5.3 ไม่กวดสารในชอนก่อนปาด		
5.4 ก่อนจะใช้ชอนตักสารอื่น ต้องทำความสะอาดเสียก่อน หรือ ใช้ชอนตักสาร 1 คัน ทอดสาร 1 ชนิด		

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การทดลองที่ 7.7 เรื่องมวลของสารก่อนและหลังปฏิกิริยาเคมี

ทักษะที่จะประเมิน การใช้ตาชั่ง

อุปกรณ์และสารเคมี

- |                                |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1. กล้องพลาสติกเบอร์ 5         | 3. สารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 0.5 โม |
| 2. กล้องพลาสติกเบอร์ 1 พร้อมฝา | 4. สารละลายเลคในเตรต 0.25 โมล/ลิตร   |

เวลาที่ใช้ 30 นาที

วิธีทำการทดลอง

- ใส่สารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในกล้องพลาสติกเบอร์ 5 ไม่ตองปิดฝา
- วางกล้องนี้ลงในกล้องพลาสติกเบอร์ 1 ซึ่งมีสารละลายเลคในเตรต 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดฝากล้องให้สนิท นำไปชั่งแล้วบันทึกมวล
- เอียงกล้องพลาสติกเบอร์ 1 เพื่อให้สารทั้ง 2 ชนิดผสมกัน แล้วตั้งกล้องไว้ตามเดิม เขย่าเล็กน้อย สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น นำไปชั่งอีกครั้งหนึ่ง บันทึกผล

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
1. การใช้ตาชั่ง 1.1 เชื้อนตมน้ำหนักให้อยู่ที่จุดเริ่มต้นที่ 0 1.2 ปรับศูนย์ก่อนใช้ 1.3 เชื้อนตมน้ำหนักจนตาชั่งสมดุล 1.4 การอ่านค่าน้ำหนัก 1.5 เมื่อใช้แล้วต้องเชื้อนตมน้ำหนักกลับไปอยู่ที่จุดเริ่มต้นเหมือนเดิม		

แบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การทดลองที่ 7.9 เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ทักษะที่จะประเมิน

1. การใช้แบตเตอรี่
2. การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย
3. การใช้และเก็บรักษาแม่เหล็กที่ใช้ทำไดนาโม

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
2. กชองถ่านไฟฉายพร้อมถ่าน 2 ก้อน
3. เข็มหมุด
4. สายหลอดเบอร์ 60
5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย
6. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบจร เซลล์และที่

เวลาที่ใช้ 65 นาที

วิธีทำการทดลอง การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

การทดลองตอนที่ 1

1. ตอปลายทั้ง 2 ของขดลวดซึ่งพันอยู่รอบแกนเข้ากับแบตเตอรี่ นำเข็มหมุดซึ่งผูกคานยาว 10 เซนติเมตร แขนงในแนวระดับใกล้ ๆ กับขดลวด สังเกตว่าขดลวดมีการเคลื่อนที่หรือไม่
2. วางแกนขดลวดในระหว่างช่องกลางของแผ่นอลูมิเนียม โดยให้คานที่มีรอยบากอยู่ข้างบน แล้วตอปลายของขดลวดซึ่งพันอยู่รอบแกนเข้ากับขั้วไฟฟ้าบนแผ่นอลูมิเนียม
3. นำเข็มซึ่งมีปลายข้างหนึ่งติดอยู่กับแท่งแม่เหล็กทรงกระบอกเล็ก ๆ ไปวางบนรอยบากของแกนขดลวด
4. จากขั้วไฟฟ้าบนแผ่นอลูมิเนียม ตอสายไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉายเพียงก้อนเดียวให้ครบวงจร สังเกตการเบนของเข็มชี้ แล้วสลับขั้วไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉายเช่นเดิม สังเกตการเบนของเข็มชี้อีกครั้งหนึ่ง

## การทดลองตอนที่ 2

1. วางแผงแม่เหล็ก 2 แผง ให้ขั้วต่างกันหันเข้าหากันบนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย
2. ท่อสายไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า สังเกตการกระดิกของเข็ม ใช้นิวต์ลิกซ์คลวคี่ให้หมุนช้า ๆ แล้วจึงผลิกซ์คลวคี่ให้หมุนเร็วขึ้น เปรียบเทียบการกระดิกของเข็ม
3. ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แต่เปลี่ยนให้วางขั้วแม่เหล็กเหมือนกันหันเข้าหากัน

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
1. การใช้แบตเตอรี่ <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 สามารถเรียง เซลล์ลงในกล่องเป็นแบบอนุกรม</li> <li>1.2 ตรวจสอบสภาพทั่วไปในกล่อง เช่น ขั้วไฟฟ้าของขั้วแน่น แผ่นตัวนำและสปริงทองไม่เป็นสนิม</li> <li>1.3 ตรวจสอบว่าถ่านไฟฉายอยู่ในสภาพที่ใช้ได้</li> <li>1.4 สามารถเสียบแผ่นตัวนำเพื่อตัดตอนตามจำนวน เซลล์ให้มีความตงศักย์ตามที่ต้องการ</li> <li>1.5 ท่อสายไฟจากแบตเตอรี่ไปยังเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าได้ครบวงจร</li> <li>1.6 เมื่อไขแล้วต้องดึงแผ่นตัวนำออก หรือแกะเซลล์ออกจากกล่อง</li> </ol>		
2. การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 จัดขลลวคี่และเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าให้ปลายเข็มชี้ขีดศูนย์</li> </ol>		

ทักษะที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	
	1	0
<p>2.2 ท่อสายไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่ายได้ครบวงจร</p> <p>2.3 ขณะที่หมุนขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องระวังมิให้สายไฟที่ต่อกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า สะเทือน</p> <p>3. การใช้และเก็บรักษาแม่เหล็กที่ใช้ทำโคนาโม</p> <p>3.1 สามารถวางให้แท่งแม่เหล็กหันขั้วที่เหมือนกัน หรือต่างกัน เข้าหากันได้อย่างถูกต้อง</p> <p>3.2 เก็บรักษาแม่เหล็กด้วยวิธีประกอบไว้โดยให้ ขั้วตรงขั้วกันคู่กัน</p>		

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) และค่าระดับความยาก (Degree of Difficulty) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ

สูตร

$$D = P_{High} - P_{Low}$$

$$P = \frac{P_{High} + P_{Low}}{2}$$

เมื่อ

D แทนค่าอำนาจจำแนก

P แทนค่าระดับความยาก

$P_{High}$  แทนสัดส่วนของจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในแต่ละข้อ  
ต่อจำนวนคนในกลุ่มสูงทั้งหมด

$P_{Low}$  แทนสัดส่วนของจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในแต่ละข้อ  
ต่อจำนวนคนในกลุ่มต่ำทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ตารางวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) และระดับความยาก (P) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	U	L	P <sub>high</sub>	P <sub>Low</sub>	P	D	เป็นข้อสอบข้อที่
1	20	12	.67	.40	.54	.27	1
2	17	8	.57	.27	.42	.30	2
3	28	19	.93	.63	.78	.30	3
4	27	24	.90	.80	.85	.10	0
5	21	20	.70	.67	.69	.03	0
6	16	4	.53	.13	.33	.40	4
7	25	16	.83	.53	.68	.30	5
8	30	14	1.00	.47	.74	.53	6
9	19	9	.63	.30	.47	.33	7
10	16	5	.53	.17	.35	.36	8
11	23	14	.77	.47	.62	.30	9
12	12	6	.40	.20	.30	.20	0
13	23	10	.77	.33	.55	.44	10
14	29	27	.97	.90	.94	.07	0
15	27	14	.90	.47	.69	.43	11
16	12	23	.40	.77	.59	-.37	0
17	23	14	.77	.47	.62	.30	12
18	27	18	.90	.60	.75	.30	13
19	25	15	.83	.50	.67	.33	14
20	2	7	.07	.23	.15	-.16	0
21	4	3	.13	.10	.12	.03	0

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	U	L	P <sub>high</sub>	P <sub>Low</sub>	P	D	เป็นข้อสอบข้อที่
22	23	8	.77	.27	.52	.50	15
23	18	4	.60	.13	.37	.47	16
24	7	3	.23	.10	.17	.13	0
25	8	5	.27	.17	.22	.10	0
26	17	3	.57	.10	.34	.47	17
27	23	11	.77	.37	.57	.40	18
28	15	5	.50	.17	.34	.33	19
29	11	6	.37	.20	.29	.17	0
30	24	11	.80	.37	.59	.43	20
31	16	1	.53	.03	.28	.50	21
32	26	6	.86	.20	.53	.66	22
33	29	16	.97	.53	.75	.44	23
34	3	1	.10	.03	.07	.07	0
35	24	10	.80	.33	.57	.47	24
36	27	17	.90	.57	.74	.33	25
37	19	5	.63	.17	.40	.46	26
38	24	11	.80	.37	.59	.43	27
39	8	5	.27	.17	.22	.10	0
40	10	5	.33	.17	.25	.16	0
41	10	4	.33	.13	.23	.20	0
42	12	8	.40	.27	.34	.13	0
43	18	6	.60	.20	.40	.40	28

ตารางที่ ๑ (ต่อ)

ข้อที่	U	L	P <sub>high</sub>	P <sub>Low</sub>	P	D	เป็นข้อสอบข้อที่
44	4	3	.63	.10	.12	.03	0
45	19	10	.63	.33	.48	.30	29
46	24	13	.80	.43	.62	.37	30
47	20	11	.67	.37	.52	.30	31
48	16	7	.53	.23	.38	.30	32
49	22	14	.73	.47	.60	.26	33
50	7	8 <sup>o</sup>	.23	.27	.25	-.04	0
51	25	17	.83	.57	.70	.26	34
52	9	11	.30	.37	.34	-.07	0
53	18	7	.60	.23	.42	.37	35
54	25	11	.83	.37	.60	.46	36
55	21	5	.70	.17	.44	.53	37
56	27	17	.90	.57	.74	.33	38
57	27	16	.90	.53	.72	.37	39
58	14	4	.47	.13	.30	.34	40
59	6	3	.20	.10	.15	.10	0
60	10	6	.33	.20	.27	.13	0
61	28	13	.93	.43	.68	.50	41
62	4	6	.13	.20	.17	-0.07	0
63	29	14	.97	.47	.72	.50	42
64	25	16	.83	.53	.68	.30	43



ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อ ข้อที่	U	L	P <sub>high</sub>	P <sub>Low</sub>	P	D	เป็นข้อต่อข้อที่
65	9	4	.30	.13	.22	.17	0
66	18	6	.60	.20	.40	.40	44
67	20	5	.67	.17	.42	.50	45
68	17	4	.57	.13	.35	.44	46
69	7	5	.23	.17	.20	.06	0
70	15	6	.50	.20	.35	.30	47
71	3	4	.10	.13	.12	-.03	0
72	22	8	.73	.27	.50	.46	48
73	9	10	.30	.33	.32	-.03	0
74	12	9	.40	.30	.35	.10	0
75	4	4	.13	.13	.13	0	0
76	10	8	.33	.27	.30	.06	0
77	19	10	.63	.33	.48	.30	49
78	11	10	.37	.33	.35	.04	0
79	18	10	.60	.33	.47	.27	50
80	5	3	.17	.10	.14	.07	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (D) และระดับความยาก (P) ของ  
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ	U	L	P <sub>high</sub>	P <sub>Low</sub>	P	D	เป็นข้อสอบข้อที่
1	25	6	.83	.20	.52	.63	1
2	22	7	.73	.23	.48	.50	2
3	4	1	.13	.03	.08	.10	0
4	16	2	.53	.07	.30	.46	3
5	7	2	.23	.07	.15	.16	0
6	4	1	.13	.03	.08	.10	0
7	20	6	.67	.20	.44	.47	4
8	10	4	.33	.13	.23	.20	0
9	21	7	.70	.23	.47	.47	5
10	0	3	0	.10	.05	-.10	0
11	21	5	.70	.17	.44	.53	6
12	23	7	.77	.23	.50	.54	7
13	25	7	.83	.23	.53	.60	8
14	20	0	.67	0	.34	.67	9
15	28	9	.93	.30	.62	.63	10
16	16	3	.53	.10	.32	.43	11
17	20	4	.67	.13	.40	.54	12
18	3	3	.10	.10	.10	0	0
19	18	5	.60	.17	.39	.43	13
20	5	1	.17	.03	.10	.14	0

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	U	L	P <sub>high</sub>	P <sub>Low</sub>	P	D	เป็นข้อสอบข้อที่
21	17	4	.57	.13	.35	.44	14
22	21	5	.70	.17	.44	.53	15
23	17	4	.57	.13	.35	.44	16
24	15	4	.50	.13	.32	.37	17
25	19	5	.63	.17	.40	.46	18
26	27	14	.90	.47	.69	.43	19
27	7	6	.23	.20	.22	.03	0
28	6	4	.20	.13	.17	.07	0
29	27	10	.90	.33	.62	.57	20
30	18	7	.60	.23	.42	.37	21
31	3	2	.10	.07	.09	.03	0
32	22	8	.73	.27	.50	.46	22
33	6	3	.20	.10	.15	.10	0
34	19	7	.63	.23	.43	.40	23
35	27	15	.90	.50	.70	.40	24
36	21	8	.70	.27	.49	.43	25
37	21	5	.70	.17	.44	.53	26
38	22	6	.73	.20	.47	.53	27
39	18	6	.60	.20	.40	.40	28
40	6	6	.20	.20	.20	0	0
41	12	8	.40	.27	.34	.13	0

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อ	U	L	P <sub>high</sub>	P <sub>Low</sub>	P	D	เป็นข้อสอบข้อ
42	22	5	.73	.17	.45	.56	29
43	22	7	.73	.23	.48	.50	30
44	6	3	.20	.10	.15	.10	0
45	27	13	.90	.43	.67	.47	31
46	28	21	.93	.70	.82	.23	0
47	20	5	.67	.17	.42	.50	32
48	8	5	.27	.17	.22	.10	0
49	27	15	.90	.50	.70	.44	33
50	30	15	1.00	.50	.75	.50	34
51	27	9	.90	.30	.60	.60	35
52	8	1	.60	.03	.32	.57	36
53	16	4	.53	.13	.33	.40	37
54	16	5	.53	.17	.35	.36	38
55	22	5	.73	.17	.45	.56	39
56	6	6	.20	.20	.20	0	0
57	7	5	.23	.17	.20	.06	0
58	22	5	.73	.17	.45	.56	40
59	19	5	.63	.17	.40	.46	41
60	18	4	.60	.13	.37	.47	42
61	25	6	.83	.20	.52	.63	43
62	18	6	.60	.20	.40	.40	44
63	18	5	.60	.17	.39	.43	45

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อ	U	L	P <sub>high</sub>	P <sub>Low</sub>	P	D	เป็นข้อสอบข้อนี้
64	26	11	.87	.37	.62	.50	46
65	28	13	.93	.43	.68	.50	47
66	20	4	.67	.13	.40	.54	48
67	28	12	.93	.40	.67	.53	49
68	21	9	.70	.30	.50	.40	50
69	29	15	.97	.50	.74	.47	51
70	22	4	.73	.13	.43	.60	52
71	6	3	.20	.10	.15	.10	0
72	17	3	.57	.10	.34	.47	53
73	29	12	.97	.40	.69	.57	54
74	29	14	.97	.47	.72	.50	55
75	26	12	.87	.40	.64	.47	56
76	27	16	.90	.53	.72	.37	57
77	6	3	.20	.10	.15	.10	0
78	25	14	.83	.47	.65	.36	58
79	25	13	.83	.43	.63	.40	59
80	28	12	.93	.40	.67	.53	60

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สูตร Kr<sub>20</sub>

$$r_{xx} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ

$r_{xx}$  แทน สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งหมด

$n$  แทน จำนวนข้อสอบ

$S_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด

$p$  แทน สัดส่วนของคนที่ยอมรับแต่ละข้อถูก

$q$  แทน สัดส่วนของคนที่ยอมรับแต่ละข้อผิด

$\sum pq$  แทน ผลรวมระหว่างสัดส่วนของคนที่ยอมรับแต่ละข้อถูก  
คูณกับสัดส่วนของคนที่ยอมรับแต่ละข้อผิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงค่าสัดส่วนของคำตอบแต่ละข้อของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.71	.29	.2059	21	.78	.22	.1716
2	.89	.11	.0979	22	.88	.12	.1056
3	.85	.15	.1275	23	.85	.15	.1275
4	.82	.18	.1476	24	.69	.31	.2139
5	.78	.22	.1716	25	.86	.14	.1204
6	.85	.15	.1275	26	.63	.37	.2331
7	.65	.35	.2275	27	.77	.23	.1771
8	.83	.17	.1411	28	.74	.26	.1924
9	.79	.21	.1659	29	.65	.35	.2275
10	.69	.31	.2139	30	.71	.29	.2059
11	.78	.22	.1716	31	.75	.25	.1875
12	.75	.25	.1875	32	.85	.15	.1275
13	.89	.11	.0979	33	.75	.25	.1875
14	.84	.16	.1344	34	.68	.32	.2176
15	.75	.25	.1875	35	.79	.21	.1659
16	.76	.24	.1824	36	.76	.24	.1824
17	.82	.18	.1476	37	.84	.16	.1344
18	.79	.21	.1659	38	.76	.24	.1824
19	.81	.19	.1539	39	.81	.19	.1539
20	.61	.39	.2379	40	.88	.12	.1056

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
41	.69	.31	.2139	46	.78	.22	.1716
42	.72	.28	.2016	47	.82	.18	.1476
43	.75	.25	.1875	48	.63	.37	.2331
44	.86	.14	.1204	49	.80	.20	.1600
45	.65	.35	.2275	50	.83	.17	.1411
$\Sigma pq$							8.517

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 12 แสดงค่าสัดส่วนของค่าตอบแต่ละข้อของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.93	.07	.0651	21	.68	.32	.2176
2	.81	.19	.1539	22	.79	.21	.1659
3	.33	.67	.2211	23	.69	.31	.2139
4	.68	.32	.2176	24	.90	.10	.0900
5	.67	.33	.2211	25	.75	.25	.1875
6	.64	.36	.2304	26	.69	.31	.2139
7	.71	.29	.2059	27	.81	.19	.1539
8	.83	.17	.1411	28	.67	.33	.2211
9	.38	.62	.2356	29	.76	.24	.1824
10	.89	.11	.0979	30	.83	.17	.1411
11	.56	.44	.2464	31	.79	.21	.1659
12	.63	.37	.2331	32	.67	.33	.2211
13	.63	.37	.2331	33	.83	.17	.1411
14	.43	.57	.2451	34	.88	.12	.1056
15	.74	.26	.1924	35	.89	.11	.0979
16	.46	.54	.2484	36	.38	.62	.2356
17	.38	.62	.2356	37	.69	.31	.2139
18	.65	.35	.2275	38	.40	.60	.2400
19	.85	.15	.1275	39	.75	.25	.1875
20	.88	.12	.1056	40	.72	.28	.2016

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อ ข้อที่	p	q	pq	ข้อ ข้อที่	p	q	pq
41	.67	.33	.2211	51	.85	.15	.1275
42	.58	.42	.2436	52	.67	.33	.2211
43	.83	.17	.1411	53	.57	.43	.2451
44	.67	.33	.2211	54	.86	.14	.1204
45	.67	.33	.2211	55	.65	.35	.2275
46	.85	.15	.1275	56	.82	.18	.1476
47	.82	.18	.1476	57	.86	.14	.1204
48	.64	.36	.2304	58	.76	.24	.1824
49	.88	.12	.1056	59	.86	.14	.1204
50	.76	.24	.1824	60	.83	.17	.1411
$\Sigma pq$							10.9769

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 แสดงค่าความถี่ของคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คะแนน (x)	ความถี่ (f)	f (x)	f (x <sup>2</sup> )
40	3	120	4,800
39	9	351	13,689
38	9	342	12,996
37	10	370	13,690
36	11	396	14,256
35	6	210	7,350
34	2	68	2,312
33	4	132	4,356
32	3	96	3,072
31	2	62	1,922
30	2	60	1,800
29	1	29	841
28	3	84	2,352
27	4	108	2,916
25	1	25	625
21	1	21	441
19	1	19	361
	72	2,493	87,779

ตารางที่ 14 แสดงค่าความถี่ของคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คะแนน (x)	ความถี่ (f)	f(x)	f(x <sup>2</sup> )	คะแนน (x)	ความถี่ (f)	f(x)	f(x <sup>2</sup> )
55	2	110	6,050	41	1	41	1,681
54	4	216	2,916	40	2	80	3,200
53	2	106	2,809	39	1	39	1,521
52	4	208	10,816	38	1	38	1,444
51	5	255	13,005	37	4	148	5,416
50	3	150	7,500	36	3	108	3,888
49	3	147	7,203	34	4	136	4,624
48	5	240	11,520	33	2	66	2,178
47	3	141	6,627	32	3	96	3,072
46	3	138	6,348	31	1	31	961
45	2	90	4,050	30	2	60	1,800
44	3	132	5,808	29	1	29	841
43	2	86	3,698	28	2	56	1,568
42	3	126	5,292	27	1	27	729
					72	3,100	138,182

วิธีคำนวณ

หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มัธยิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ )

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum fx}{N} \\ \sum fx &= 2493 \\ N &= 72 \\ \bar{X} &= \frac{2493}{72} \\ \therefore \bar{X} &= 34.62 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \text{S.D.} &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{87,779}{72} - (34.62)^2} \\ &= \sqrt{1219.1527 - 1198.5444} \\ &= \sqrt{20.6083} \\ \therefore \text{S.D.} &= 4.54 \end{aligned}$$

หาค่าความเที่ยง ( $Kr_{20}$ )

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad r_{xx} &= \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right] \\ \text{เมื่อ} \quad n &= 50 \\ S_x^2 &= 20.6083 \\ \sum pq &= 8.517 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} \quad r &= \frac{50}{50 - 1} \left[ 1 - \frac{8.517}{20.6083} \right] \\
 &= \frac{50}{49} \left[ \frac{20.6083 - 8.517}{20.6083} \right] \\
 &= \frac{50}{49} \times 0.59 \\
 \therefore r &= 0.60
 \end{aligned}$$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีคำนวณ หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

มัธยิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ )

$$\begin{aligned} \text{สูตร } \bar{X} &= \frac{\sum fx}{N} \\ \sum fx &= 3100 \\ N &= 72 \\ \bar{X} &= \frac{3100}{72} \\ \therefore \bar{X} &= 43.05 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\begin{aligned} \text{สูตร } S.D. &= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{138,182}{72} - (43.3025)^2} \\ &= \sqrt{1919.1944 - 7853.3025} \\ &= \sqrt{65.8919} \\ \therefore S.D. &= 8.12 \end{aligned}$$

หาค่าความเที่ยง ( $Kr_{20}$ )

$$\begin{aligned} \text{สูตร } r_{xx} &= \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right] \\ \text{เมื่อ } n &= 60 \\ S_x^2 &= 65.89 \\ \sum pq &= 10.9769 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} \quad r &= \frac{60}{60 - 1} \left[ 1 - \frac{10.9769}{65.89} \right] \\
 &= \frac{60}{59} \left[ \frac{65.89 - 10.9769}{65.89} \right] \\
 &= \frac{60}{59} \times 0.83 \\
 \therefore r &= 0.85
 \end{aligned}$$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 15 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นักเรียนคนที่	ม. 1			ม. 2		
	กลุ่ม 2 คน	กลุ่ม 4 คน	กลุ่ม 6 คน	กลุ่ม 2 คน	กลุ่ม 4 คน	กลุ่ม 6 คน
1	39	37	29	41	25	19
2	32	38	34	43	27	35
3	29	29	19	40	40	25
4	43	28	33	30	31	32
5	28	25	27	34	23	28
6	40	38	20	33	38	20
7	34	37	36	42	20	25
8	42	38	22	32	26	36
9	44	37	27	35	29	31
10	29	40	33	35	24	27
11	36	28	31	29	35	29
12	41	33	24	31	38	36
13	27	39	24	32	28	35
14	35	25	35	37	26	17
15	41	40	20	38	33	18
16	38	27	32	34	39	34
17	33	33	28	36	24	21
18	36	38	27	40	25	32
19	43	27	23	33	37	34

## ตารางที่ 15 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ม. 1			ม. 2		
	กลุ่ม 2คน	กลุ่ม 4คน	กลุ่ม 6คน	กลุ่ม 2คน	กลุ่ม 4 คน	กลุ่ม 6คน
20	27	39	24	32	32	30
21	30	25	29	42	27	28
22	37	36	23	39	33	27
23	44	24	25	38	23	25
24	28	39	23	36	38	31

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นักเรียนคนที่	ม. 1			ม. 2		
	กลุ่ม 2 คน	กลุ่ม 4 คน	กลุ่ม 6 คน	กลุ่ม 2 คน	กลุ่ม 4 คน	กลุ่ม 6 คน
1	32	39	32	40	40	37
2	28	36	36	27	52	51
3	33	38	38	51	45	50
4	28	37	37	48	34	28
5	29	39	38	52	50	47
6	27	38	36	32	34	51
7	36	39	37	30	32	48
8	38	38	55	54	48	34
9	27	27	36	49	52	36
10	40	35	34	33	42	47
11	39	38	35	53	51	49
12	39	39	30	54	38	45
13	40	37	37	28	41	52
14	36	36	19	34	37	43
15	38	37	30	31	42	47
16	21	28	31	29	53	30
17	40	37	37	32	37	51
18	33	27	36	46	43	44
19	34	36	37	42	36	39

ตารางที่ 16 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ม. 1			ม. 2		
	กลุ่ม 2 คน	กลุ่ม 4 คน	กลุ่ม 6 คน	กลุ่ม 2 คน	กลุ่ม 4 คน	กลุ่ม 6 คน
20	33	33	36	37	48	44
21	35	39	31	46	54	48
22	35	36	25	55	49	46
23	39	37	32	50	44	55
24	38	39	35	33	36	54

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 แสดงค่ามัธยิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนสอบวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนห้องที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรในการวิจัย

	มัธยิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนสอบวิทยาศาสตร์
ม.1.3	45.08
ม.1.6	46.00
ม.1.7	42.47

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การแสวงหาการเปรียบเทียบมัชฌิมเลขคณิต และการทดสอบความมีนัยสำคัญ

1. การทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิต ที่ได้จากการประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน กลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ )

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ  $\bar{x}_1$  แทนค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน

$\bar{x}_2$  แทนค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน

$\bar{x}_3$  แทนค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน

$\sum x_1$  แทนผลรวมของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 856

$\sum x_2$  แทนผลรวมของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 800

$\sum x_3$  แทนผลรวมของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 648

N แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

$$\therefore \bar{x}_1 = \frac{856}{24} = 35.67$$

$$\therefore \bar{x}_2 = \frac{800}{24} = 33.33$$

$$\therefore \bar{x}_3 = \frac{648}{24} = 27.00$$

### 1.2 คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}$$

เมื่อ	S.D. <sub>1</sub>	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน
	S.D. <sub>2</sub>	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน
	S.D. <sub>3</sub>	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน
$\sum$	$(x - \bar{x})_1^2$	แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบของ นักเรียนแต่ละคนกับมัธยัมเลขคณิตของคะแนนสอบของ นักเรียนกลุ่ม 2 คน = 793.3336
$\sum$	$(x - \bar{x})_2^2$	แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบ ของนักเรียนแต่ละคนกับมัธยัมเลขคณิตของคะแนนสอบของ นักเรียนกลุ่ม 4 คน = 771.3336
$\sum$	$(x - \bar{x})_3^2$	แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบของ นักเรียนแต่ละคนกับมัธยัมเลขคณิตของคะแนนสอบของ นักเรียนกลุ่ม 6 คน = 582.0

แทนค่า

$$S.D._1 = \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 793.3336}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{23} \times 793.3336}$$

$$= \sqrt{34.4928}$$

$$\therefore S.D._1 = 5.8731$$

แทนค่า

$$S.D._2 = \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 771.3336}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{23} \times 771.3336}$$

$$= \sqrt{33.5362}$$

$$\therefore S.D._2 = 5.79$$

แทนค่า

$$S.D._3 = \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 582}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{23} \times 582}$$

$$= \sqrt{25.3043}$$

$$\therefore S.D._3 = 5.03$$



1.3 คำนวณความมีนัยสำคัญของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน กลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ก. ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

ข. คำนวณหาความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของ  
แต่ละ 2 กลุ่ม

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

$s_{p_1}^2$	แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน
$s_{p_2}^2$	แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน
$s_{p_3}^2$	แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 6 คน
$s_1$	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่ม 2 คน = 5.87
$s_2$	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่ม 4 คน = 5.79
$s_3$	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่ม 6 คน = 5.03
$n$	แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

$$\text{แทนค่า} \quad s^2_{p_1} = \frac{(24-1) \times (5.87)^2 + (24-1) \times (5.79)^2}{(24-1) + (24-1)}$$

$$= \frac{23 \times 34.46 + 23 \times 33.52}{46}$$

$$= \frac{792.58 + 771.05}{46}$$

$$\therefore s^2_{p_1} = 33.99$$

$$\text{แทนค่า} \quad s^2_{p_2} = \frac{(24-1) \times (5.79)^2 + (24-1) \times (5.03)^2}{(24-1) + (24-1)}$$

$$= \frac{(23 \times 33.52) + (23 \times 25.3)}{46}$$

$$= \frac{770.96 + 581.92}{46}$$

$$\therefore s^2_{p_2} = 29.41$$

$$\text{แทนค่า} \quad s^2_{p_3} = \frac{(24-1) \times (5.03)^2 + (24-1) \times (5.87)^2}{(24-1) + (24-1)}$$

$$= \frac{(23 \times 25.3) + (23 \times 34.46)}{46}$$

$$= \frac{581.92 + 792.58}{46}$$

$$= 29.88$$

ค. คำนวณหาค่า  $t$

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s^2_p \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

- เมื่อ  $t$  แทนอัตราส่วนวิกฤต เมื่อ  $n < 30$   
 $s_p^2$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของแต่ละ  
 2 กลุ่ม  
 $\bar{X}_1$  และ  $\bar{X}_2$  แทนมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ของนักเรียน  
 2 กลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบกัน  
 $n$  แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน  
 กลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน ( $t_1$ )

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad t_1 &= \frac{35.67 - 33.33}{\sqrt{33.99 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\ &= \frac{2.34}{1.68} \end{aligned}$$

$$\therefore t_1 = 1.39$$

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนทักษะในการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของ  
 นักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน ( $t_2$ )

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad t_2 &= \frac{33.33 - 27}{\sqrt{29.41 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\ &= \frac{6.33}{1.56} \end{aligned}$$

$$\therefore t_2 = 4.04$$

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 5 คน และกลุ่ม 2 คน ( $t_3$ )

$$\begin{aligned}
 t_3 &= \frac{35.67 - 27}{\sqrt{29.88 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\
 &= \frac{8.67}{1.58} \\
 \therefore t_3 &= 5.49
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ชั้นแห่งความอิสระเป็น 46 ค่า  $t$  จากตาราง = 2.07

ค่า  $t_1$  ที่ได้จากการคำนวณ มีค่า = 1.39 ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยไม่มีนัยสำคัญ จึงยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  แต่ปฏิเสธสมมติฐาน  $H_1$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ ทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า  $t_2 = 4.04$ ,  $t_3 = 5.49$  ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยมีนัยสำคัญ จึงปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  แต่ยอมรับสมมติฐาน  $H_1$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ ทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน และระหว่างกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2. การทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของมัธยิมเลขคณิตที่ได้จากการประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน กลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

### 2.1 คำนวณหาค่ามัธยิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ )

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}_1$	แทนค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนสอบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน
	$\bar{X}_2$	แทนค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนสอบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน
	$\bar{X}_3$	แทนค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนสอบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน
	N	แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน
	$X_1$	แทนผลรวมของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 862
	$X_2$	แทนผลรวมของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 721
	$X_3$	แทนผลรวมของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 675
	$\bar{X}_1$	$= \frac{862}{24} = 35.92$
	$\bar{X}_2$	$= \frac{721}{24} = 30.04$
	$\bar{X}_3$	$= \frac{675}{24} = 28.13$

## 2.2 คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x}_1)^2}$$

- เมื่อ
- S.D.<sub>1</sub> แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน
- S.D.<sub>2</sub> แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน
- S.D.<sub>3</sub> แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน
- $\sum (x - \bar{x})_1^2$  แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนประเมินผลของนักเรียนแต่ละคนกับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 381.8326
- $\sum (x - \bar{x})_2^2$  แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบประเมินผลของนักเรียนแต่ละคนกับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 844.2384
- $\sum (x - \bar{x})_3^2$  แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนประเมินผลของนักเรียนแต่ละคนกับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนประเมินผลการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 796.6244

$$\text{แทนค่า} \quad \text{S.D.}_1 = \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 381.8326}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{23} \times 381.8326}$$

$$= \sqrt{16.60}$$

$$\therefore \text{S.D.}_1 = 4.07$$

$$\text{แทนค่า} \quad \text{S.D.}_2 = \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 844.2384}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{23} \times 844.2384}$$

$$= \sqrt{36.71}$$

$$\therefore \text{S.D.}_2 = 6.05$$

$$\text{แทนค่า} \quad \text{S.D.}_3 = \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 796.6244}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{23} \times 796.6244}$$

$$= \sqrt{34.64}$$

$$\therefore \text{S.D.}_3 = 5.88$$

2.3 คำนวณความมีนัยสำคัญของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน กลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ก. ตั้งสมมติฐาน :-

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

ข. คำนวณหาความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของ

แต่ละ 2 กลุ่ม

สูตร 
$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

เมื่อ  $s_{p1}^2$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของ  
นักเรียนกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน

$s_{p2}^2$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของ  
นักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน

$s_{p3}^2$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของ  
นักเรียนกลุ่ม 6 คน และกลุ่ม 2 คน

$s_1$  แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประเมินผลการใช้  
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 4.07

$s_2$  แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประเมินผลการใช้  
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 6.05

$s_3$  แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประเมินผลการใช้  
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 5.88



$$\text{แทนค่า } s^2_{p_1} = \frac{(24-1)(4.07)^2 + (24-1)(6.05)^2}{(24-1) + (24-1)}$$

$$= \frac{23 \times 16.5649 + 23 \times 36.6025}{46}$$

$$= \frac{380.9927 + 841.8575}{46}$$

$$\therefore s^2_{p_1} = 26.5837 = 26.58$$

$$\text{แทนค่า } s^2_{p_2} = \frac{(24-1)(6.05)^2 + (24-1)(5.88)^2}{(24-1) + (24-1)}$$

$$= \frac{23 \times 36.6025 + 23 \times 34.5744}{46}$$

$$= \frac{841.8575 + 795.2112}{46}$$

$$\therefore s^2_{p_2} = 35.58845 = 35.59$$

$$\text{แทนค่า } s^2_{p_3} = \frac{(24-1)(5.88)^2 + (24-1)(4.07)^2}{(24-1) + (24-1)}$$

$$= \frac{23 \times 34.5744 + 23 \times 16.5649}{46}$$

$$= \frac{795.2112 + 380.9927}{46}$$

$$= 25.56965 = 25.57$$

ค. ค่าความหาค่า  $t$

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s^2_p \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

เมื่อ  $t$  แทนอัตราส่วนวิกฤต เมื่อ  $n < 30$   
 $s^2_p$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของนักเรียนแต่ละ 2 กลุ่ม

$\bar{X}_1$  และ  $\bar{X}_2$  แทนมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนประเมินผลการจัดอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2 กลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบกัน

$n$  แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 และกลุ่ม 4 คน ( $t_1$ )

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } t_1 &= \frac{35.92 - 30.04}{\sqrt{26.5837 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\ &= \frac{5.88}{1.49} \end{aligned}$$

$$\therefore t_1 = 3.95$$

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน ( $t_2$ )

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } t_2 &= \frac{30.04 - 28.13}{\sqrt{35.58845 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\ &= \frac{1.91}{1.72} \end{aligned}$$

$$\therefore t_2 = 1.11$$

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
กลุ่ม 6 คน และกลุ่ม 2 คน ( $t_3$ )

$$\begin{aligned} t_3 &= \frac{35.92 - 28.13}{\sqrt{25.56956 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\ &= \frac{7.79}{1.46} \\ \therefore t_3 &= 5.34 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ชั้นแห่งความอิสระเป็น 46 ค่า  $t$  จากตาราง  
= 2.02 ค่า  $t_1$  และ  $t_3$  ก็ได้จากการคำนวณ มีค่า = 3.95 และ 5.34  
ตามลำดับ ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยมีนัยสำคัญ จึงปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  แต่ยอมรับ  
 $H_1$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ = 0.05 กล่าวคือ ทักษะการใช้อุปกรณ์ระหว่างนักเรียน  
กลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน และระหว่างกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ค่า  $t_2 = 1.11$  ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยไม่มีนัยสำคัญจึงยอมรับสมมติฐาน  
 $H_0$  แต่ปฏิเสธสมมติฐาน  $H_1$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ ทักษะการใช้  
อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

3. การทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตที่ได้จากการ  
ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน กลุ่ม 4 คน  
และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.1 คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ )

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}_1$	แทนค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน
$\bar{x}_2$	แทนค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน
$\bar{x}_3$	แทนค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน
$\sum x_1$	แทนผลรวมของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่ม 2 คน = 818
$\sum x_2$	แทนผลรวมของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่ม 4 คน = 865
$\sum x_3$	แทนผลรวมของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่ม 6 คน = 810
N	แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

$$\therefore \bar{x}_1 = \frac{818}{24} = 34.08$$

$$\therefore \bar{x}_2 = \frac{865}{24} = 36.04$$

$$\therefore \bar{x}_3 = \frac{810}{24} = 33.75$$

### 3.2 คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สูตร  $S.D. = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$

- เมื่อ S.D.<sub>1</sub> แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน
- S.D.<sub>2</sub> แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน
- S.D.<sub>3</sub> แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน

$$\sum (x - \bar{x})_1^2$$

แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคนกับมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนรวมของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 611.81

$$\sum (x - \bar{x})_2^2$$

แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคนกับมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนรวมของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 310.96

$$\sum (x - \bar{x})_3^2$$

แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคนกับมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนรวมของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 462.44

แทนค่า S.D.<sub>1</sub> =  $\sqrt{\frac{1}{24-1} \times 611.81}$

=  $\sqrt{26.6004}$

∴ S.D.<sub>1</sub> = 5.16

แทนค่า S.D.<sub>2</sub> =  $\sqrt{\frac{1}{24-1} \times 310.96}$

=  $\sqrt{13.52}$

∴ S.D.<sub>2</sub> = 3.676

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad S.D._3 &= \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 462.44} \\ &= \sqrt{20.106} \end{aligned}$$

$$\therefore S.D._3 = 4.48$$

3.3 คำนวณความมีนัยสำคัญของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน กลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ก. ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : u_1 = u_2$$

$$H_1 : u_1 \neq u_2$$

ข. คำนวณหาความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของ

แต่ละ 2 กลุ่ม

$$\text{สูตร} \quad s^2_p = \frac{(n_1-1) s_1^2 + (n_2-1) s_2^2}{(n_1-1) + (n_2-1)}$$

เมื่อ  $s^2_{p_1}$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของนักเรียน  
กลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน

$s^2_{p_2}$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของนักเรียน  
กลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน

$s^2_{p_3}$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของนักเรียน  
กลุ่ม 6 คน และกลุ่ม 2 คน

$s_1$  แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 5.16

$s_2$  แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 3.68

$s_3$  แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 4.48

$n$  แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

$$\text{แทนค่า} \quad \therefore s^2_{p_1} = \frac{(24-1) \cdot (5.16)^2 + (24-1) (3.68)^2}{(24-1) + (24-1)}$$

$$= \frac{23 \times 26.6256 + 23 \times 13.5424}{46}$$

$$= \frac{612.3889 + 311.4752}{46}$$

$$= 20.0840$$

$$= 20.08$$

$$\therefore s^2_{p_2} = \frac{(24-1) (3.68)^2 + (24-1) (4.48)^2}{(24-1) + (24-1)}$$

$$= \frac{23 \times 13.5424 + 23 \times 20.0704}{46}$$

$$= \frac{311.4752 + 461.6192}{46}$$

$$= 16.81$$

$$\begin{aligned} \therefore s^2_{p3} &= \frac{(24-1)(4.48)^2 + (24-1)(5.16)^2}{(24-1) + (24-1)} \\ &= \frac{23 \times 20.0704 + 23 \times 26.6256}{46} \\ &= \frac{461.6192 + 612.3889}{46} \\ &= 23.348 \\ &= 23.35 \end{aligned}$$

ค. คำนวณหาค่า t

สูตร

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

เมื่อ t แทนอัตราส่วนวิกฤต เมื่อ  $n < 30$

$s^2_p$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของนักเรียนแต่ละ 2 กลุ่ม

$\bar{X}_1$  และ  $\bar{X}_2$  แทนมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ  
 วิทยาลัยของนักเรียน 2 กลุ่ม ที่ต้องการเปรียบเทียบกัน  
 $n$  แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาลัยของ  
 นักเรียนกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน

$$\begin{aligned} t &= \frac{36.04 - 34.08}{\sqrt{20.08 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\ &= \sqrt{\frac{1.96}{1.3}} \\ &= 1.52 \end{aligned}$$



- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน

$$\begin{aligned} \therefore t &= \frac{36.04 - 33.75}{\sqrt{16.81 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\ &= \frac{2.29}{1.40} \\ &= 1.64 \end{aligned}$$

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน และกลุ่ม 2 คน

$$\begin{aligned} t &= \frac{34.08 - 33.75}{\sqrt{23.35 \times \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}} \\ &= \frac{0.33}{1.40} \\ &= 0.24 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ขึ้นแห่งความอิสระเป็น 46 ค่า  $t$  จากตาราง = 2.02 ค่า  $t_1, t_2, t_3$  ที่ได้จากการคำนวณมีค่า = 1.52, 1.64 และ 0.24 ตามลำดับ ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยไม่มีนัยสำคัญ จึงยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  แต่ปฏิเสธสมมติฐานของ  $H_1$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4. การทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของมัธยิมเลขคณิต ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2, กลุ่ม 4, และกลุ่ม 6 ในชั้นมัธยมปีที่ 2

4.1 คำนวณหาค่ามัธยิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ )

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}_1$  แทนค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน

$\bar{X}_2$  แทนค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน

$\bar{X}_3$  แทนค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน

$\sum x_1$  แทนผลรวมของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 986

$\sum x_2$  แทนผลรวมของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 1038

$\sum x_3$  แทนผลรวมของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 1076

N แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

$$\therefore \bar{X}_1 = \frac{986}{24} = 41.08$$

$$\bar{X}_2 = \frac{1038}{24} = 43.25$$

$$\bar{X}_3 = \frac{1076}{24} = 44.83$$

#### 4.2 คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x-\bar{x})^2}$$

เมื่อ	S.D. <sub>1</sub>	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน
	S.D. <sub>2</sub>	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน
	S.D. <sub>3</sub>	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน
	$\sum (x-\bar{x})_1^2$	แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคนกับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนรวมของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 2229.8336
	$\sum (x-\bar{x})_2^2$	แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคนกับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนรวมของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 1078.50
	$\sum (x-\bar{x})_3^2$	แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคนกับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนรวมของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 1231.33

$$\text{แทนค่า S.D.}_1 = \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 2229.8336}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{23} \times 2229.8336}$$

$$\therefore \text{S.D.}_1 = 9.85$$

$$\begin{aligned} S.D._2 &= \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 1078.50} \\ &= \sqrt{\frac{1}{23} \times 1078.50} \end{aligned}$$

$$\therefore S.D._2 = 6.85$$

$$\begin{aligned} S.D._3 &= \sqrt{\frac{1}{24-1} \times 1231.33} \\ &= \sqrt{\frac{1}{23} \times 1231.33} \end{aligned}$$

$$\therefore S.D._3 = 7.32$$

4.3 คำนวณความมีนัยสำคัญของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน กลุ่ม 4 คน กลุ่ม 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ก. ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

ข. คำนวณหาความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของ  
นักเรียนแต่ละ 2 กลุ่ม

$$\text{สูตร } S^2_p = \frac{(n_1-1) S_1^2 + (n_2-1) S_2^2}{(n_1-1) + (n_2-1)}$$

เมื่อ  $S^2_{p_1}$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของนักเรียน  
กลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน

$S^2_{p_2}$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ของนักเรียน  
กลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน

$s^2_{p_3}$	แทนความแปรปรวน (Pooled Variance) ของนักเรียนกลุ่ม 6 และกลุ่ม 2 คน
$s_1$	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน = 9.85
$s_2$	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน = 6.85
$s_3$	แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน = 7.32
$n$	แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

แทนค่า

$$s^2_{p_1} = \frac{(24-1)(9.85)^2 + (24-1)(6.85)^2}{46}$$

$$= \frac{2231.5175 + 1079.2175}{46}$$

$$\therefore s^2_{p_1} = 71.97$$

แทนค่า

$$s^2_{p_2} = \frac{(24-1)(6.85)^2 + (24-1)(7.32)^2}{46}$$

$$= \frac{1079.2175 + 1232.3952}{46}$$

$$\therefore s^2_{p_2} = 50.25$$

แทนค่า

$$s^2_{p_3} = \frac{(24-1)(7.32)^2 + (24-1)(9.85)^2}{46}$$

$$= \frac{1232.3952 + 2231.5175}{46}$$

$$\therefore s^2_{p_3} = 75.30$$

ค. คำนวณหาค่า t

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

เมื่อ t แทนอัตรารวมวิกฤติ เมื่อ  $N < 30$

$S^2_p$  แทนความแปรปรวนรวม (Pooled Variance)

ของนักเรียนแต่ละ 2 กลุ่ม

$\bar{X}_1$  และ  $\bar{X}_2$  แทนมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2 กลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบ

n แทนจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม = 24 คน

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน

แทนค่า 
$$t_1 = \frac{43.25 - 41.08}{\sqrt{71.97 \times \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}}$$

$$= \frac{2.17}{2.44}$$

∴  $t_1 = 0.89$

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน

แทนค่า 
$$t_2 = \frac{44.83 - 43.25}{\sqrt{50.25 \left( \frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right)}}$$

$$= \frac{1.58}{2.04}$$

$$= 0.77$$

- ทดสอบความมีนัยสำคัญของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
กลุ่ม 6 คน และกลุ่ม 2 คน

แทนค่า

$$t_3 = \frac{44.83 - 41.08}{\sqrt{75.3 \times \left(\frac{1}{24} + \frac{1}{24}\right)}}$$

$$= \frac{3.22}{2.50}$$

$$\therefore t_3 = 1.29$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ชั้นแห่งความอิสระเป็น 46 ค่า  $t$  จากตาราง  
= 2.02 ค่า  $t_1$ ,  $t_2$  และ  $t_3$  ที่ได้จากการคำนวณมีค่า = 0.89, 0.77, 1.29  
ตามลำดับ ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยไม่มีนัยสำคัญ จึงยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  แต่ปฏิเสธ  
สมมติฐาน  $H_1$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ = 0.05 กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยา-  
ศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้เขียน

นางสาว อุษณีย์ วิเศษพานิช สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต ปีการศึกษา 2518 ปัจจุบันรับราชการครูโรงเรียนวัดนายโรง บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย