

๕๔: 1  
๑๒๖๖  
ร 3

การศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ปริญญานิพนธ์

ของ

อมรรัตน์ เจริญ

พ.ค ๒๕๓๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน ๒๕๓๐

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

๙

บทคัดย่อ  
ของ  
อมรรัตน์ เจริญ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
กันยายน 2530

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลอง  
วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสังกัด  
กรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 269 คน โดยหาการสังเกต  
ทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีตามรายการสังเกตในแบบบันทึกผลการสังเกตทักษะ  
พื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณค่าร้อยละและใช้สถิติ  
แบบชี้

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีในแต่ละด้านของ  
นักเรียนซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากมีดังต่อไปนี้ ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้  
กระบอกฉีดยาในด้านการกลั่นสุบล่งให้ชิดกับกระบอกสุบล่งก่อนจุ่มลงในของเหลว และ  
จุดของเหลวโดยที่ปลายกระบอกฉีดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ ทักษะการถ่ายเท  
สารเคมีที่เป็นของเหลวในด้านการปิกลงขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ และทักษะการ  
คนกลั่นสารเคมีในก้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุ่ม ส่วนทักษะในด้านอื่น ๆ อยู่  
ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง

2. นักเรียนหญิงมีทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีดีกว่านักเรียนชายใน  
ทักษะต่อไปนี้ ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา ทักษะการวัด  
มวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้  
เทอร์โมมิเตอร์ ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส  
ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส และทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว

3. ทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียน  
ขนาดใหญ่และขนาดกลาง ส่วนใหญ่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF BASIC SKILLS IN CHEMISTRY  
EXPERIMENT OF MATHAYOM V STUDENTS  
IN CHANGWAT PRACHUAP KHIRI KHAN

AN ABSTRACT  
BY  
AMORN RAT CHENG RU

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree  
at Srinakharinwirot University  
September 1987

The purpose of this study was to study the basic skills in the Chemistry experiment of Mathayom Suksa V students in Prachuab-khirikhan province.

The subjects in the study were 269 Mathayom Suksa V Science students, during the first semester of the 1987 academic year in the schools belonging to the Department of General Education. The basic skills in the Chemistry experiment were observed. The percentage and the  $\chi^2$ -test were statistically used in the data analysis.

The results of this study indicated that.

1. The achievement of the students in each basic skills in the Chemistry experiment was at the excellent scale as follows : the skill of volume measurement by using a cylinder in the items of pressing the pump close to the cylinder before putting the liquid in, and of sucking the liquid when the end of the cylinder was always under the liquid level, the skill of chemical liquid transferring in the item of closing the cover immediately after finishing pouring the substance, the skill of substance scent in the item of holding the container edge below the nose. The other skills were at the improving scale.

2. The female students had better basic skills in the Chemistry experiment than the male students did, especially in the skills of volume measurement by using a cylinder, mass measurement by using a single-pan balance, liquid-temperature measurement by

using a thermometer, the filtration by using filter paper, the acid-base test by using litmus paper and the chemical liquid transferring.

3. There was significant difference in the most basic skills in the Chemistry experiment between the students in the large-sized and medium-sized schools at .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริิญาานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริิญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

### คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมาการสอบ

..... ๘๓๓ ..... ๖๓๕ ..... ประทาน

.. ឧបនាយករដ្ឋមន្ត្រី ប្រធាន

.....  . กรรมการ

!  กรรมการ

14 พฤศจิกายน 2563. กรุงเทพมหานคร

## ประกาศคุณูปการ

ความสำเร็จของปริญญาโทฉบับนี้ เกิดจากความกรุณาช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง จาก คร.สุติมา วัณณะศิริ ผศ.วนิดา ทราฐ ผศ.เพลินพิศ นันทจิต ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และช่วยเหลือปรับปรุงแก้ไขสิ่งบกพร่องด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ตลอดจน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คร.ชงชัย ชิวปรีชา คร.สุณีย์ กล้ายนิล คร.บุสกี ตามไท อาจารย์มานี จันทิมา อาจารย์ณรงค์ศิลป์ ชูพนม และอาจารย์ปรีชาญ เกษศรี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ และครูอาจารย์ของโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ได้ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณญาติพี่น้องและเพื่อน ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างสำคัญ ในการศึกษาของผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

ท้ายที่สุดขอกราบถึงพระคุณของคุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้ความเมตตา ห่วงใย และเป็นกำลังใจ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา พระคุณนี้หาที่เปรียบมิได้ หากปริญญาโทฉบับนี้มีคุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของคุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณที่วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

อมรรัตน์ เจริญ

กันยายน 2530



# สารบัญ

บทที่

หน้า

|   |                                                                |    |
|---|----------------------------------------------------------------|----|
| 1 | บทนำ .....                                                     | 1  |
|   | ปฏิวัติ .. .. .                                                | 1  |
|   | ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....                           | 4  |
|   | ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า .....                              | 4  |
|   | ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า .....                                 | 4  |
|   | ข้อตกลงเบื้องต้น .....                                         | 5  |
|   | คำนิยามศัพท์เฉพาะ .....                                        | 6  |
|   | สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า .....                                | 8  |
| 2 | เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                           | 9  |
|   | เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยการทดลองในห้อง          |    |
|   | ปฏิบัติการ .....                                               | 9  |
|   | เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานในการทดลอง .....             | 11 |
|   | เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะในการใจเครื่องมือที่ควรพัฒนาให้เกิด |    |
|   | ขึ้นกับนักเรียน .....                                          | 14 |
|   | เอกสารที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของการมีทักษะการใช้เครื่องมือ    |    |
|   | ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสำคัญของห้องปฏิบัติการ       |    |
|   | วิทยาศาสตร์ .....                                              | 18 |
|   | เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลอง           |    |
|   | วิทยาศาสตร์ .. .. .                                            | 21 |
|   | งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์   | 28 |
|   | งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลปฏิบัติการทดลองทาง         |    |
|   | ทักษะการใช้เครื่องมือ .....                                    | 33 |

|   |                                           |     |
|---|-------------------------------------------|-----|
| 3 | วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....           | 38  |
|   | ประชากร .....                             | 38  |
|   | กลุ่มตัวอย่าง .....                       | 38  |
|   | วิธีการสร้างเครื่องมือ .....              | 39  |
|   | การเก็บรวบรวมข้อมูล .....                 | 43  |
|   | สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....     | 44  |
| 4 | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                | 46  |
|   | สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ..... | 46  |
|   | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                | 47  |
| 5 | สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....        | 93  |
|   | ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....      | 93  |
|   | สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า .....           | 93  |
|   | วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....           | 94  |
|   | การวิเคราะห์ข้อมูล ..                     | 95  |
|   | สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....            | 95  |
|   | อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า .....            | 108 |
|   | ข้อเสนอแนะทั่วไป .....                    | 114 |
|   | ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป .....      | 114 |
|   | บรรณานุกรม .....                          | 115 |
|   | ภาคผนวก .....                             | 122 |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                                                                                                                                                                                                  | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนขนาดต่าง ๆ ....                                                                                                                                                                                           | 39   |
| 2 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) ของคะแนนจาก<br>แบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี โดยการคำนวณหา<br>ค่าความเชื่อมั่นจากสูตร KR-21 .....                                                                                                | 47   |
| 3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นปรนัย (Objectivity) ของคะแนนจาก<br>แบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีจากคะแนนของผู้ร่วม<br>ประเมิน 4 คน โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน<br>(Pearson's product moment correlation<br>coefficient) ..... | 48   |
| 4 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัด<br>ปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกตวงของนักเรียนชายและ<br>นักเรียนหญิง จำนวน 269 คน .....                                                                                                    | 49   |
| 5 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัด<br>มวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียวของนักเรียนชายและ<br>นักเรียนหญิง จำนวน 269 คน .....                                                                                              | 50   |
| 6 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัด<br>อุณหภูมิของของเหลว โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ของนักเรียนชายและ<br>นักเรียนหญิง จำนวน 269 คน .....                                                                                             | 51   |
| 7 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการกรอง<br>ควยกระดาษกรองของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน                                                                                                                                | 52   |

|    |                                                                                                                                                                                 |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8  | ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะ<br>การทดสอบความเป็นกรค-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส<br>ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน .....                    | 53 |
| 9  | ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะ<br>การถ่ายเทสาร เคมีที่เป็นของเหลวของนักเรียนชายและ<br>นักเรียนหญิง จำนวน 269 คน .....                                      | 54 |
| 10 | ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะ<br>การค้มกลืนสาร เคมีของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน<br>269 คน .....                                                    | 55 |
| 11 | ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะ<br>การให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองของนักเรียนชาย<br>และนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน .....                                  | 56 |
| 12 | ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่าง<br>นักเรียนชายและนักเรียนหญิงทั้งหมดจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะ<br>แต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี .....                        | 57 |
| 13 | ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย<br>ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียน<br>ขนาดใหญ่จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติ<br>แบบซี ..... | 63 |
| 14 | ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่าง<br>นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง<br>จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี .....     | 69 |

|    |                                                                                                                                                                                      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 15 | ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของ<br>นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลาง<br>จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี . . . .           | 75 |
| 16 | ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของ<br>นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาด<br>กลางจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติ<br>แบบซี . . . . .  | 81 |
| 17 | ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของ<br>นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาด<br>กลางจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติ<br>แบบซี . . . . . | 87 |
| 18 | สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย<br>ของทักษะแต่ละด้านระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่<br>เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง โดยใช้สถิติ<br>แบบซี . . . . . | 98 |

## ภูมิหลัง

ในปัจจุบันการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เน้นการพัฒนาคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน ดังที่ยูเนสโก (UNESCO. 1975 : 11) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ว่าควรมุ่งพัฒนาความสามารถ ความเข้าใจ ความสนใจ ความรู้สึกมั่นใจในตนเองให้แก่ผู้เรียน และเตรียมผู้เรียนให้รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างไม่มีวันสิ้นสุด เพื่อที่จะได้นำความรู้ไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (สสวท.) ซึ่งทำหน้าที่ในการปรับปรุงหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์จึงได้กำหนดจุดมุ่งหมายหลักไว้ 5 ประการ (นิท สะเพียรชัย 2520 : 6 - 7) ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและสิ่งแวดล้อม

จะเห็นได้ว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มิได้มุ่งหวังแต่เพียงให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่มุ่งให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนฝึกฝน (สสวท. 2522 : 1 - 12) ได้แก่

1. ทักษะในการสังเกต
2. ทักษะในการวัด
3. ทักษะในการจำแนกประเภท
4. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
5. ทักษะในการคำนวณ
6. ทักษะในการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะในการลงความเห็นข้อมูล
8. ทักษะในการพยากรณ์
9. ทักษะในการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะในการนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะในการทดลอง
13. ทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

เพื่อให้ นักเรียนเกิดทักษะต่าง ๆ เหล่านี้ การเรียนวิชาเคมีตามแนวหลักสูตรใหม่ จึงถือการทดลองเป็นเรื่องสำคัญ เพราะให้นักเรียนใช้วิธีอ่านแบบเรียนอย่างเดี่ยวจะไม่ช่วยให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ จึงจำเป็นที่จะต้องให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเอง (มานี จันทิมล 2520 : คำชี้แจง) และเพื่อให้สามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนจะต้องมีทักษะพื้นฐานในการทดลอง

จากผลการวิจัยของ ลี (Lee. 1978 : 2588 - 2589) เกี่ยวกับบทบาทของการเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติการทดลอง พบว่า ในการปฏิบัติการทดลองมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดสิ่งเหล่านี้ คือ

1. ทักษะปฏิบัติในการทดลอง (Manipulative skills)
2. กระบวนการวิทยาศาสตร์ (Process of science)
3. ความรู้ในเนื้อหาวิชา (Knowledge of subject matter)
4. ทัศนคติ (Attitude)
5. ความสนใจและคุณค่า (Interests and Values)

ในการเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติการทดลองนั้น สิ่งสำคัญที่มุ่งให้เกิดขึ้นกับนักเรียน คือ การมีทักษะพื้นฐานในการทดลอง การเรียนวิชาเคมีตามหลักสูตรที่ได้รับการพัฒนาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนมีโอกาสได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง ได้ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเมื่อใช้บ่อยครั้งก็จะทำให้นักเรียน เกิดทักษะพื้นฐานในการทดลองขึ้น ซึ่ง บลูม, แฮสติงส์ และมาเดอส์ (Klopfer, n.d. citing Bloom, Hastings and Madaus. 1971 : 579) กล่าวว่า ทักษะการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการได้อย่างคล่องแคล่วนั้น เป็นคุณสมบัติที่ควรพัฒนา ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน โดยให้ฝึกการทำงานโดยใช้เครื่องมือเหล่านั้นในขณะปฏิบัติการทดลอง

อนันต์ จันทรกี (อนันต์ จันทรกี 2523 : 4) กล่าวว่า ในด้านการให้ความรู้ นั้น คนส่วนใหญ่มุ่งปลูกฝังด้านนี้อยู่แล้ว และดูเหมือนจะให้ความสำคัญมากเกินไป จนแทบจะละเลยที่จะปลูกฝังในด้านอื่น ๆ ส่วนทักษะพื้นฐานในการทดลองนั้นเป็นสิ่งที่ทุกคน เห็นว่ามีความสำคัญ สมควรที่จะปลูกฝังให้เกิดขึ้น

ดังนั้นการมีทักษะพื้นฐานในการทดลองจึงมีความสำคัญที่ควรจะต้องฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัว นักเรียน เพื่อที่จะทำให้เกิดผลการทดลองของนักเรียนที่ได้มีความแม่นยำ มีข้อผิดพลาดคนน้อย นอกจากนี้การทดลองในห้องปฏิบัติการ ผู้ทำการทดลองจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยจะต้องเรียนรู้ทักษะพื้นฐานต่าง ๆ เหล่านี้อย่างถูกวิธี ซึ่งจะช่วยป้องกัน ไม่ให้เกิดอันตรายหรือทำให้อุปกรณ์ทดลองเสียหาย จะเห็นได้ว่าทักษะพื้นฐานในการทดลอง วิชาเคมีในห้องปฏิบัติการจึงเป็นทักษะที่มีความสำคัญที่ต้องฝึกให้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคน แต่จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานในการทดลองเหล่านี้มีน้อยมาก จึงยังไม่มีข้อมูลยืนยันว่านักเรียนที่เรียนวิชาเคมีตามแนวหลักสูตรซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะพื้นฐานในการทดลองทางด้านต่าง ๆ ดีหรือไม่ เพียงใด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 5 และจะพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองของนักเรียน ในโรงเรียน



### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลาง
4. เพื่อสร้างแบบประเมินทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนเล็งเห็นความสำคัญของทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีและวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มพูนทักษะนี้ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคน
2. ทำให้ทราบถึงขอบกว้างของทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีที่นักเรียนยังปฏิบัติอยู่และเป็นประโยชน์ในการแนะนำวิธีการที่ถูกต้องในการใช้อุปกรณ์ทดลองแก่นักเรียนต่อไป

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร หมายถึง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ทั้งสิ้น 7 โรงเรียน จำนวน 384 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง นักเรียนจากโรงเรียนต่าง ๆ ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทั้ง 7 โรงเรียน จำนวนร้อยละ 70 ซึ่งเลือกโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ให้เป็นอัตราส่วนของจำนวนนักเรียนในแต่ละเพศและแต่ละขนาดของโรงเรียนทั้ง 7 โรงเรียน จำนวน 269 คน

3. ศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีจากการสอนตามแผนการสอน  
 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ดูภาคผนวก ก) มีทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีที่เลือก  
 ศึกษาดังต่อไปนี้

- 3.1 ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกจิกยา
- 3.2 ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว
- 3.3 ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
- 3.4 ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง
- 3.5 ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษสีทอมัส
- 3.6 ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว
- 3.7 ทักษะการคั่นสารเคมี
- 3.8 ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้  
 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วง เดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนกรกฎาคม
5. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
  - 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่
    - 5.1.1 เพศ
    - 5.1.2 ขนาดของโรงเรียน
  - 5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีในข้อ 3

### ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ในการสังเกตการปฏิบัติการขณะทำการทดลองของนักเรียน จะไม่มีผลต่อ  
 ทักษะการปฏิบัติการทดลอง
2. ผู้ร่วมประเมินและผู้สังเกตใช้ชุดเดียวกันและถือว่าผลการประเมินไม่แตกต่างกัน

## คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะพื้นฐาน หมายถึง ทักษะเบื้องต้นที่สำคัญ ๆ ที่ได้เลือกศึกษาค้นคว้าต่อไปนี้
  - 1.1 ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกตวง
  - 1.2 ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว
  - 1.3 ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
  - 1.4 ทักษะการกรองควยกระดาษกรอง
  - 1.5 ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส
  - 1.6 ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว
  - 1.7 ทักษะการคั่นสารเคมี
  - 1.8 ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง
2. ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกตวง หมายถึง การใช้หลอดตวงอย่างถูกวิธี โดยยกก้านสูบจุ่มให้ชิดกับกระบอกสูบ เพื่อให้ฟองอากาศออกให้หมด แล้วจุ่มปลายหลอดตวงลงในของเหลว จากนั้นดึงก้านสูบขึ้นอย่างช้า ๆ ในขณะที่ดึงก้านสูบขึ้น ถ้ามีฟองอากาศอยู่จะต้องกดก้านหลอดลงไปใหม่ เพื่อให้ฟองอากาศออกให้หมด เวลาอ่านปริมาตรต้องให้สายตาดูอยู่ในระดับเดียวกับขีดบอกปริมาตรบนก้านหลอด
3. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องชั่งได้ถูกวิธี รู้จักการปรับศูนย์ก่อนใช้ ก่อนชั่งสิ่งใดควรใช้ภาชนะรองรับสิ่งที่จะชั่ง อ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้องและเลื่อนตมุน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ
4. ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ หมายถึง การอ่านอุณหภูมิและการใช้เทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธี โดยเมื่อจะวัดอุณหภูมิของของเหลวจะต้องให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในของเหลวที่ต้องการจะวัด แต่ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ เทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงโดยจับแต่เพียงส่วนปลายบนของเทอร์โมมิเตอร์เท่านั้น ขณะอ่านอุณหภูมิสายตาดูอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์

5. ทักษะการกรอด้วยกระดาศกรอ หมายถึง การใช้และการกรอด้วยกระดาศกรออย่างถูกวิธี โดยพับกระดาศกรอเป็นรูปกรวยให้เหลือกระดาศกรอเป็นหนึ่งในสี่ของวงกลม ฉีกมุมกระดาศกรอเล็กน้อย ทำให้กระดาศกรอเปีกแล้วดกกระดาศกรอให้แนบกับกรวย ค่อย ๆ รินสารผ่านแท่งแก้วโดยให้ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาศกรอด้านที่หนาสามชั้น ก้านกรวยแตะกับก้านข้างของภาชนะที่รองรับของเหลว เพื่อมิให้ของเหลวกระเด็น

6. ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส หมายถึง การใช้และการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสอย่างถูกวิธี โดยฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะลงบนกระดาษลิตมัส ถ้าใช้ทดสอบของเหลวชนิดอื่นในขณะเดียวกันต้องทำความสะอาดแท่งแก้วทุกครั้ง

7. ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว หมายถึง การถ่ายเทของเหลวอย่างถูกวิธีโดยเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ จับขวดสารให้ด้านป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน ใช้แท่งแก้วแตะที่ปากขวดสาร แล้วเทของเหลวให้ไหลตามแท่งแก้วลงในภาชนะ ปลายแท่งแก้วอยู่ชิดกับขอบภาชนะเมื่อรินสารเสร็จควรปิดจุกหรือฝาขวดสารทันที

8. ทักษะการค้มกลืนสารเคมี หมายถึง การค้มกลืนสารเคมีอย่างถูกวิธี โดยใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุกและอยู่ห่างจากจุกพอสมควร ใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกให้ไอของสารผ่านเขาจุกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุกไปมา

9. ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง หมายถึง การให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองอย่างถูกวิธี โดยใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอด ใช้เปลวไฟอ่อน ๆ จับหลอดทดลองให้อยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา เขย่าหลอดทดลองเล็กน้อยและหันปากหลอดไปในทางที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ

10. ขนาดของโรงเรียน หมายถึง การแบ่งขนาดของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาตามจำนวนนักเรียน ซึ่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์แบ่งได้เป็น 2 ขนาด ดังนี้

10.1 โรงเรียนขนาดใหญ่ มีนักเรียนตั้งแต่ 1,500 คน ขึ้นไป

10.2 โรงเรียนขนาดกลาง มีนักเรียนตั้งแต่ 500 - 1,499 คน

### สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี ของนักเรียนในแต่ละชั้นอยู่ในเกณฑ์แตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในแต่ละชั้นแตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลางแตกต่างกัน

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง  
แยกตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

### 1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานในการทดลอง

1.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะในการใช้เครื่องมือที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้น

กับนักเรียน

1.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของการมีทักษะการใช้เครื่องมือ

ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสำคัญของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.5 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

### 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการปฏิบัติการทดลองทางค่าน

ทักษะการใช้เครื่องมือ

### เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ฮอฟเพนและลูเนตตา (Shulman and Tamir. n.d. citing Hoftein and Lunetta. 1982 : 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน โดยการใช้ปฏิบัติการทดลองในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ หักเสียดสี ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง และความอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา การนำหลักการไปใช้ ซึ่งหมายถึง ข้อเท็จจริง กฎ และข้อสรุปต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

3. ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในข้อเท็จจริง หลักการ มโนทัศน์ และข้อสรุปต่าง ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์

4. ช่วยพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1958 : 59 - 60) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนด้วยปฏิบัติการทดลอง ไว้ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการทดลอง เป็นสถานที่ที่บุคคลหรือคณะบุคคลได้ประกอบกิจกรรมการตรวจสอบ และอธิบายถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2. การปฏิบัติการทดลอง เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้ถึงวิธีการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

3. การปฏิบัติการทดลองจะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรับรู้ซึ่งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้

4. ผลของการเรียนการสอนปฏิบัติการจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่ความมีระเบียบของธรรมชาติเท่านั้น แต่รวมไปถึงทฤษฎีและแบบจำลองของมันด้วย

เปเรซ (Perez. 1982 : 20 - 21) ผู้ตรวจราชการโรงเรียนมัธยมศึกษาในมลรัฐเท็กซัส ได้ศึกษาสถานภาพทางการสอนในห้องปฏิบัติการในโรงเรียนมัธยมต่าง ๆ ได้สรุปผลไว้ว่า

1. ห้องปฏิบัติการ คือสถานที่อันแท้จริงของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และจะเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะช่วยให้เด็กเข้าใจถึงเค้าโครงของวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์

2. การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ จะส่งเสริมให้เด็กได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการสืบสอบ เพราะจะช่วยให้เด็กได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

3. ห้องปฏิบัติการจะเป็นแหล่งที่ช่วยสร้างเสริมทักษะในรูปแบบต่าง ๆ

มังกร ทองสุตี่ (มังกร ทองสุตี่ 2522 : 47) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะช่วยให้เด็กได้รับบทเรียนต่าง ๆ โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. ได้เห็นด้วยตา (Seeing)
2. ได้ยินด้วยหู (Hearing)
3. ได้กลิ่นด้วยจมูก (Smelling)
4. ได้สัมผัสด้วยกาย (Touching)

สำหรับวิชาเคมีในการทำปฏิบัติการทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ซึ่ง ฮอฟเทนและลุนเตตา (Jeffrey. n.d. citing Hoftein and Lunetta. 1982 : 216) ได้สรุปความสามารถที่ได้จากการทำปฏิบัติการทดลองเคมีไว้ดังนี้

1. ด้านการสื่อความหมาย (Communication)
2. ด้านการสังเกต (Observation)
3. ด้านการสืบสอบ (Investigation)
4. ด้านการรายงานผล (Reporting)
5. ด้านการใช้เครื่องมือ (Manipulative)
6. ด้านความมีระเบียบ (Discipline)

จะเห็นได้ว่าในการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีการปฏิบัติการทดลอง จะช่วยฝึกฝนนักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างแท้จริง มีกระบวนการคิดอย่างมีหลักการ และมีความซาบซึ้งในคุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

### เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานในการทดลอง

ในการทำปฏิบัติการเคมี มีทักษะพื้นฐานในการทดลองหลายประการที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อให้สามารถใช้ทักษะเหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับโอกาสที่ใช้



ทักษะพื้นฐานในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการเคมีในระดับมัธยมศึกษา มีดังนี้  
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2529 : 1 - 17)

### 1. การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตร

การวัดปริมาตรของของเหลวเป็นเทคนิคที่สำคัญประการหนึ่ง อุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรมีหลายชนิด เช่น หลอดหยด กระจกนํ้ายา กระจกนํ้ายวง บิเปต บิวเรต เป็นต้น อุปกรณ์แต่ละชนิดมีวิธีใช้และให้ค่าความถูกต้องของปริมาตรที่วัดได้แตกต่างกัน การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของการทดลองหรือการวิเคราะห์ว่าต้องการความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด

กระจกนํ้ายาในที่นี้ หมายถึง กระจกนํ้ายาที่ใช้ทั่วไปในวงการแพทย์ เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของของเหลวอย่างง่าย นิยมใช้ในโรงเรียนเนื่องจากราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย

การใช้กระจกนํ้ายาอย่างถูกวิธี ทำโดยกักน้ำสูงลงให้ติดกับกระจกสูบ เพื่อไล่อากาศ แล้วรุมปลายหลอดลงในของเหลว เมื่อถึงก้านสูบขึ้นของเหลวจะขึ้นมาตามต้องการ เวลาอ่านปริมาตรต้องให้อยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตรบนก้านหลอด ในขณะที่ก้านสูบขึ้นถ้ามีฟองอากาศอยู่จะต้องกดก้านหลอดลงใหม่ เพื่อไล่อากาศ แล้วดึงก้านสูบขึ้น ของเหลวจะขึ้นมา เมื่อใช้หลอดนํ้ายาเสร็จแล้วต้องล้างให้สะอาดแล้วทำให้แห้ง ถ้าจะใช้ลูกของเหลวชนิดอื่นในขณะเดียวกันต้องล้างหลอดนํ้ายาให้สะอาดทุกครั้ง

### 2. การใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

2.1 พิจารณาส่วนประกอบของเครื่องชั่งให้ละเอียด

2.2 วางเครื่องชั่งบนพื้นราบและเรียบ

2.3 ใช้ภาชนะรองรับสารที่จะชั่ง

2.4 วัตถุที่ชั่งต้องไม่ร้อนและเปียกชื้น

2.5 เมื่อชั่งเสร็จแล้วต้องเลื่อนค้อนน้ำหนักไปไว้ที่ขีดบอกตำแหน่งศูนย์ตามเดิม

### 3. การใช้เทอร์โมมิเตอร์ มีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้

3.1 ก่อนใช้ต้องเลือกหาเทอร์โมมิเตอร์ที่มีช่วงอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดให้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

3.2 การใช้เทอร์โมมิเตอร์ จะต้องให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในของเหลวหรือสัมผัสกับสิ่งที่วัด และไม่แตะกับด้านข้างหรือก้นของภาชนะ ใช้ที่จับหลอดทดลองจับเทอร์โมมิเตอร์ไว้ให้ตรง หรือใช้นิ้วจับส่วนปลายบนของเทอร์โมมิเตอร์

3.3 การอ่านอุณหภูมิต้องอ่านให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์

4. การกรอง เป็นวิธีการที่ใช้แยกของแข็งที่ไม่ละลายในของเหลวออกจากกัน มีข้อควรปฏิบัติในการกรองดังนี้

4.1 การพับกระดาษกรอง โดยพับให้เป็นครึ่งวงกลมและพับอีกครั้งหนึ่ง ให้เหลือเพียงหนึ่งในสี่ของวงกลม

4.2 คลี่กระดาษกรองลงในกรวยกรอง ขอบกระดาษกรองควรต่ำกว่าขอบริมของกรวยกรองประมาณ 0.5 - 1 เซนติเมตร

4.3 ใช้น้ำชะกระดาษกรองให้เปียกทั่วทั้งก้นและใช้มือกดกระดาษกรองแนบกับกรวย

4.4 ควรใช้แท่งแก้วคนเป็นต้นนำตะกอนสาร และก้นกรวยควรชิดกับภาชนะที่รองรับของเหลว

5. การใช้กระดาษลิตมัสทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลว มีข้อควรปฏิบัติในการใช้ดังต่อไปนี้

5.1 ฉีกกระดาษลิตมัสเป็นชิ้นเล็ก ๆ วางบนกระจกนาฬิกาที่สะอาด

5.2 ใช้แท่งแก้วที่สะอาดจุ่มสารละลายที่จะทดสอบ แล้วนำมาแตะบนแผ่นกระดาษลิตมัส พร้อมทั้งดูการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส

6. การถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

6.1 เอียงขวดและหมุนให้ของเหลวเปียกรอบจุก เพื่อให้เปิดจุกขวดได้ง่าย ค่อย ๆ หมุนจุกขวดไปรอบ ๆ จนแน่ใจว่าไม่ติดแน่นกับปากขวด แยกจุกขวดขึ้นและปิดไว้ตั้งเดิม

6.2 ในกรณีที่จุกขวดมีลักษณะแบน ให้หงายมือและใช้นิ้วคีบจุกขวดขึ้นมา แล้วจับขวดสารโดยให้ป้ายชื่อสารอยู่ตรงฝ่ามือ อีกมือหนึ่งจับภาชนะรองรับของเหลว ให้เอียงเล็กน้อย ยกขวดสารขึ้น ค่อย ๆ เทของเหลวลงในภาชนะนั้น โดยให้คอขวดพาดกับปากภาชนะ

6.3 ถ้าจุกหรือฝาขวดมีลักษณะแบน อาจจับจุกขวดไว้ได้ด้วยนิ้วมือกับจุกมือที่จับภาชนะหรือเปิดฝาแล้วหงายไว้บนโต๊ะ

7. การคมกลืนสารเคมี สารเคมีหลายชนิดมีกลิ่นเฉพาะตัว การคมกลืนอาจช่วยบอกชนิดของสารบางชนิดได้ ไอหรือกลิ่นที่ออกมาจากสารเคมีบางชนิดมีอันตราย จึงควรระมัดระวังในการคมกลืนสาร

ข้อควรปฏิบัติในการคมกลืนสารเคมี คือ

7.1 อย่าคมกลืนของสาร ไอ หรือควันโดยตรง

7.2 ควรใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะ โดยให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก และอยู่ห่างจากจุกพอสมควร ใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกเบา ๆ ให้ไอของสารผ่านเข้าจุก

8. การให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

8.1 ควรใส่ของเหลวในหลอดทดลองไม่เกินครึ่งหลอด และไม่ควรจับหลอดด้วยมือโดยตรง เพราะไอของของเหลวจะระเหยขึ้นมาทำให้หลอดร้อน

8.2 ไม่ควรต้ม โดยให้หลอดตั้งตรงอยู่บนเปลวไฟ ควรใช้ไฟอ่อน ๆ และเอียงหลอดเล็กน้อย โดยให้ส่วนของหลอดแก้วที่มีของเหลวบรรจุอยู่ถูกเปลวไฟที่ละน้อย ๆ โดยการส่ายหลอดแก้วไปมา ซึ่งเป็นการช่วยเซ้าของเหลวไปในตัว

8.3 ควรหันปากหลอดไปในทางที่ไม่มีคน หรือสิ่งของอื่น ๆ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการที่ของเหลวภายในหลอดเดือดพุ่งออกมา

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะในการใช้เครื่องมือที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (สสวท. 2529 : 24) ได้เน้นถึงทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือว่าเป็นสิ่งจำเป็นและควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ซึ่งทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือเป็นความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งการอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง

ประสพสันต์ อักษรมัต และ ประหยัด จันทร์ขมภู (ประสพสันต์ อักษรมัต และ ประหยัด จันทร์ขมภู 2518 : 23 - 24) ได้เน้นถึงทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ที่ควรเกิดขึ้นแก่นักเรียนดังนี้

1. ให้นักเรียนมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญและปลอดภัย
2. ให้นักเรียนมีทักษะในการทำความสะอาดและเก็บรักษา
3. ให้นักเรียนรู้จักประดิษฐ์เครื่องมือง่าย ๆ
4. ให้นักเรียนสามารถตั้ง ทวง วัด และทำการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ยุพา ศันติเจริญ (ยุพา ศันติเจริญ 2529 : คำแถลง) กล่าวว่า "ในกิจกรรม การเรียนที่ให้ประสบการณ์ตรงแก่ผู้เรียน คือ งานภาคปฏิบัติและการทดลอง ถ้าจะให้ผลดี นักเรียนจะต้องมีทักษะในการใช้เครื่องมือ"

สุวัฑฒ์ นิยมคำ (สุวัฑฒ์ นิยมคำ 2517 : 18) กล่าวว่า "ครูควรสร้างทักษะ ในการใช้เครื่องมือให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน ให้รู้ว่าเครื่องมืออะไร ใช้ทำอะไร มีขีดจำกัดแค่ไหน ใช้อย่างไร อ่านสเกลอย่างไร"

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 93 - 95) ได้กล่าวถึงทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative skills) ที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้น แก่ผู้เรียน ดังนี้

1. การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ
2. การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่ดี
3. การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือและการทำงาน
4. การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง
5. การซ่อมแซมเครื่องมือ
6. การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ เพื่อการทดลองและการแสดง
7. การวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องจับเวลา เป็นต้น

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าทักษะการใช้เครื่องมือที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เป็นการเน้นให้นักเรียนรู้จักใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง รู้ว่าเครื่องมือใช้ทำอะไร ใช้อย่างไร

เกี่ยวกับการทดลอง เบนเดน (Benden. 1960 : 65 - 67) กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจจะสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการทดลองค้นคว้าด้วยตนเองในโอกาสต่อไป เป็นการเริ่มต้นพัฒนาความรู้สึกเชื่อมั่นในตนเอง และความรู้สึกว่าการทดลองของตนเองมีผล เชื่อถือได้ และมีโอกาสที่จะเรียนรู้วิธีจับถืออุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะมีนัยสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความกล้าในการที่จะทดลองค้นคว้าอย่างนักวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าในการค้นคว้าหาความรู้โดยการทดลองด้วยตนเองนั้น ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญที่ควรคำนึงถึง

นีเดิลสกี (Nedelsky. 1965 : 358 - 359) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนแบบทดลองก็คือ การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งสำหรับบุคคลทั่วไปซึ่งมิใช่นักวิทยาศาสตร์อาจจะมองเลขวามไป การที่นักเรียนมีทักษะที่ไม่ถูกต้องอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น นักเรียนมีทักษะที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการวัดระยะทาง อาจเนื่องมาจากการประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา ยังไม่ดีพอ ทำให้ผลในรายงานการทดลองของนักเรียนคลาดเคลื่อนไป หรือนักเรียนยังใช้นาฬิกาจับเวลาได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งครูสามารถสังเกตเห็นได้จากการปฏิบัติการของนักเรียน และผลซึ่งคลาดเคลื่อนในรายงาน ซึ่งครูจะต้องรีบแก้ไขและแนะนำวิธีที่ถูกต้องให้กับนักเรียน นอกจากนี้หากนักเรียนได้รับการฝึกหัดให้ใช้เครื่องมือที่ถูกต้องแล้ว บ่อมนับเป็นข้อสนับสนุนที่ดีให้นักเรียนสามารถทดสอบสมมติฐานของตนเองกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยออกแบบการทดลองของตนเองด้วยความมั่นใจ

เทอร์เบอร์ และ คอลเลต (Thurber and Collette. 1964 : 63 - 64) ได้กล่าวถึง การทดลองวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการจัดประสบการณ์ให้กับเด็กโดยตรง เพื่อที่จะ

พัฒนาทักษะจนสามารถทำการทดลองเพียงลำพังได้ด้วยความคิดของตนเอง ซึ่งกิจกรรมการทดลองที่จะจัดให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัตินั้น ควรจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. สามารถเข้าใจจุดประสงค์ได้หรือไม่
2. มีความสนใจในการลงมือปฏิบัติหรือไม่
3. ขั้นตอนการทดลองง่ายและต่อเนื่อง เป็นอย่างใดหรือไม่
4. สามารถสังเกตผลได้ในระยะเวลาอันสั้นหรือไม่
5. นักเรียนมีความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ที่ใช้หรือไม่
6. อุปกรณ์ที่ต้องใช้นั้นแพงเกินไปหรือไม่ ง่ายและสะดวกในการเก็บรักษาหรือไม่
7. สามารถนำผลจากการทดลองไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่

ซึ่งการทดลองที่ประสบผลสำเร็จในการนำไปให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาทำการทดลองมีดังนี้

| ประเภทการทดลอง                      | ตัวอย่าง                                                   |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1. การประดิษฐ์เครื่องมือ            | - กระดิ่งไฟฟ้า เครื่องส่งโทรเลข                            |
| 2. การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสาร   | - การทดสอบแป้ง ทดสอบความเป็นกรด-เบส                        |
| 3. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของสาร | - การหาความแข็งของแร่                                      |
| 4. การใช้กล้องจุลทรรศน์             | - ศึกษาสิ่งมีชีวิตในน้ำคَمْฟาง<br>ศึกษาโครงสร้างภายในของนก |
| 5. การศึกษาโครงสร้างภายนอก          | - ส่วนประกอบของดอกไม้ รูปร่างผลึก                          |
| 6. การศึกษาโครงสร้างภายใน           | - ศักขางลำต้น                                              |
| 7. การวิเคราะห์                     | - ส่วนประกอบของดิน น้ำกระด้าง                              |
| 8. การทดลองอย่างง่าย                | - การละลาย การเต้นของหัวใจ                                 |
| 9. การชี้เฉพาะ                      | - การบ่งชี้ถึงส่วนประกอบของใบ ชนิดของหิน                   |
| 10. การเตรียม                       | - เตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์                               |

จากเอกสารที่เกี่ยวกับการทดลองดังกล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าครูที่จะฝึกนักเรียน ให้เกิดทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นคว้าความรู้โดยการ ทำการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความรู้สึกเชื่อมั่นในตนเอง กล้าคิดและกล้าที่จะ แสดงออก

### เอกสารที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของการมีทักษะการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสำคัญของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 134 - 136) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการมีทักษะ ในการใช้วัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ความปลอดภัย ในการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ ผู้ทำการทดลองจะต้อง คำนึงถึงความปลอดภัยทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยจะต้องเรียนรู้ทักษะการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้
2. ความมีประสิทธิภาพในการทดลอง การมีทักษะในการใช้และเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ทดลองที่เหมาะสมและถูกต้องจะทำให้การทดลองดำเนินไปด้วยดีและรวดเร็ว และสิ่งที่สำคัญ ที่สุด ผลการทดลองที่ได้มีความแม่นยำและมีข้อผิดพลาดน้อย
3. ผลทางเศรษฐกิจ การมีทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ทดลองอย่างถูกวิธีนั้น เป็นการช่วยเหลือเศรษฐกิจของประเทศชาติได้ เนื่องจากวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในห้อง ปฏิบัติการนั้นไม่ว่าจะเป็นสารเคมี เครื่องแก้ว อุปกรณ์ทดลองง่าย ๆ หรืออุปกรณ์ที่มีกลไก การทำงานซับซ้อนต่าง ๆ ล้วนแต่ต้องใช้งบประมาณซื้อมาทั้งสิ้น

### ความสำคัญของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ห้องปฏิบัติการ เป็นสถานที่ที่เหมาะสมที่สุดแห่งหนึ่ง ที่ใช้สำหรับการสอนและการเรียน วิทยาศาสตร์ เพราะเด็กนักเรียนสามารถสร้างปัญหา ตั้งสมมติฐานและสามารถทดสอบได้

(มิ่งกร ทองสุขดี 2522 : 46) การเรียนการสอนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการปฏิบัติการทดลองเป็นขั้นตอนสำคัญของกระบวนการเรียนการสอน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนวิชานี้

เมทส์ (Bates. 1982 : 22) ซึ่งทำการวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และประโยชน์ที่พึงได้รับจากห้องปฏิบัติการ ได้รายงานไว้พอสรุปได้ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการจะมีลักษณะเป็นแหล่งสำรวจและค้นคว้า (Exploration) สำหรับเด็กที่จะศึกษาเล่าเรียน โดยอาศัยหลักการสังเกต
2. ห้องปฏิบัติการจะเป็นศูนย์ปฏิบัติการ (Operation) ให้เด็กได้ลงมือกระทำและเก็บข้อมูล
3. ห้องปฏิบัติการจะเป็นห้องทดลองเพื่อพิสูจน์ในเชิงอนุมาน (Deductive verification) โดยให้เด็กได้ใช้เครื่องทำการชั่ง ตวง วัด ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ และนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบโดยการให้สูตร และสมการตามที่ได้รับการยอมรับนับถือแล้ว
4. ห้องปฏิบัติการจะเป็นศูนย์ของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เพื่อให้เด็กมีโอกาสศึกษากันว่า อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีอิสระ และให้มีความสอดคล้องกับแนวความคิดหรือโมโนทัศน์ที่กำลังศึกษาอยู่
5. ห้องปฏิบัติการจะเป็นแหล่งให้เด็กฝึกฝนเกี่ยวกับกระบวนการ (Process) เพื่อนำวิธีการทดลองและการประเมินผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากห้องปฏิบัติการ 3 ประการ คือ

1. การใช้ห้องปฏิบัติการจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ในเรื่องสำคัญ ๆ มากกว่าจะเน้นให้นักเรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาที่สอนเท่านั้น และส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
2. ประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับจากห้องปฏิบัติการ จะมีคุณประโยชน์มากกว่าการสอนโดยบรรยายหรือการสาธิต เพราะการทดลองจะช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง
3. การสอนโดยบรรยาย สาธิตและการทดลอง จะทำให้นักเรียนได้รับความรู้จากเนื้อหาวิชาเท่าเทียมกัน เมื่อทำการทดสอบด้วยการสอบแบบข้อเขียน



อรรถศิษฎ์ สมรรถการอักษรกิจ (อรรถศิษฎ์ สมรรถการอักษรกิจ 2522 :

73 - 74) ได้กล่าวถึงความสำคัญของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนไว้ดังนี้

1. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลอง
2. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงการ จัด การใช้ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ได้ถูกต้อง

3. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการเรียนเป็นหมู่และทำงานร่วมกัน
4. เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี การ เก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการใช้ การ เก็บ การ จัด ประ เภท และ บัญชี

เครื่องมือวิทยาศาสตร์

6. เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ห้องปฏิบัติการทำการวิจัย ค้นคว้า สาธิต และทำโครงการทางวิทยาศาสตร์

7. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกหัด ช่อม แก่ ปรับปรุงเครื่องมือ และสร้างเครื่องมือบางอย่างได้

8. ในการเรียนในห้องปฏิบัติการนั้น จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้ทักษะในด้านต่าง ๆ

เช่น ทักษะในการจัดระเบียบข้อมูล ทักษะในการสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการอธิบายและการสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ ได้

มังกร ทองสุกสี (มังกร ทองสุกสี 2525 : 573) กล่าวถึงผลดีที่เด็กได้รับจากการทำปฏิบัติการในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนได้รู้จักวิธีการแก้ปัญหา
2. มีวิธีการสังเกตอย่างรอบคอบที่จะเสริมสร้างความเข้าใจในการเรียนรู้มากขึ้น
3. มีวิธีการคิดในรูปแบบต่าง ๆ
4. ฝึกการใช้ข้อมูลอย่างมีระบบ
5. ส่งเสริมให้เกิดความสนใจในสิ่งแวดล้อม
6. กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล ซึ่งนับว่าเป็นพื้นฐานทางการศึกษา

ที่มีคุณค่าที่สุด

เพื่อสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จากเอกสารที่กล่าวถึงความสำคัญของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่า  
ห้องปฏิบัติการเป็นแหล่งที่นักเรียนค้นคว้าทำการทดลอง ทำให้นักเรียนมีการฝึกฝนทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เป็นผลสำเร็จ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

ในการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลองนั้นจะต้องมีการประเมินผลของทักษะ  
ในด้านต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา เจฟเฟอรี (Jeffrey. 1967 : 3) ได้เสนอการ  
ประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับงานปฏิบัติการทดลองไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. การระดมการใช้งานของเครื่องมือ
2. การบันทึกผลการทดลองและบอกข้อผิดพลาดของเทคนิคที่เกิดขึ้นได้
3. มีความแม่นยำในการตรวจสอบคุณสมบัติของสาร
4. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง
5. มีทักษะในการใช้เครื่องมือ
6. มีความเป็นระเบียบในการทำงาน

คณะกรรมการร่วมการสอบเข้ามหาวิทยาลัย (JMB. 1979 : 4) และคณะกรรมการ  
การสอบของมหาวิทยาลัยลอนดอน (The University of London Examination  
Board. 1977 : 4) ได้เน้นถึงการปฏิบัติการและได้แบ่งสัดส่วนของความสำเร็จของงาน  
ปฏิบัติการทดลองไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ทักษะในการใช้เครื่องมือร้อยละ 25 - 30
2. ทักษะในการสังเกตและรายงานผลร้อยละ 25 - 30
3. ความถูกต้องในการรายงานผลการสังเกต ร้อยละ 20 - 25
4. ความสามารถในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ร้อยละ 10 - 15
5. เจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 10 - 20

อีเกลน และ เคมป์ (Eglen and Kempa. 1974 : 7) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลอง โดยแยกออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. เทคนิคทางการทดลอง
2. ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง
3. ทักษะในการใช้เครื่องมือ
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำงาน

บลูม (Bloom. 1956 : 6 - 8) ได้กำหนดพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จะต้องประเมินในวิชาวิทยาศาสตร์ 5 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and method)
4. ทัศนคติและความสนใจ (Attitude and interests)
5. ทักษะภาคปฏิบัติ (Manual skills)

กาเปล และ ฮอฟไตน์ (Ganiel and Hoftein. 1982 : 581 - 583) กล่าวถึงการประเมินทักษะปฏิบัติในการทดลองว่า มีวิธีการประเมินแตกต่างกันหลายลักษณะ ที่นิยมใช้กันก็คือการเขียนรายงานหรือการทดสอบข้อเขียน ทักษะปฏิบัติในการทดลองที่ต้องประเมินคือ การปฏิบัติการทดลองจริง ๆ มีการวิจัยของนักวิจัยทางการศึกษาหลายคน que ประเมินทักษะปฏิบัติด้วยการสังเกต โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสิน วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ในมหาวิทยาลัย ลอนดอน ครูจะใช้วิธีการสังเกตแก่เรียนแต่ละคนระหว่างการทำกิจกรรมการทดลอง แล้วบันทึกให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ถ่วงไว้ และได้เสนอสิ่งที่จะต้องประเมินในการหาปฏิบัติการทดลองไว้

5 ประการ คือ

1. การติดตั้ง เครื่องมือและทักษะปฏิบัติในการทดลอง
2. การสังเกตและการวัด

3. การจัดลำดับและการดำเนินการ

4. การจัดกระทำข้อมูล

5. การสรุปและการอภิปรายผล

เจฟฟรี (Jeffrey. 1967 : 186 - 194) ได้เสนอสิ่งที่ต้องประเมินในการเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติการทดลองไว้ 6 ด้าน คือ

1. ความสามารถทางด้านคำศัพท์ (Vocabulary competence)

2. ความสามารถทางการสังเกต (Observation competence)

3. ความสามารถทางการสืบสอบ (Investigative competence)

4. ความสามารถทางการรายงานผล (Reporting competence)

5. ความสามารถทางการใช้เครื่องมือ (Manipulative competence)

6. ความมีระเบียบในการปฏิบัติการทดลอง (Laboratory discipline)

ลูเนตตา และคนอื่น ๆ (Lunetta and others. 1981 : 24 - 25) ได้แบ่งวิธีในการประเมินกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองไว้ 4 วิธี คือ

1. เขียนรายงานการทดลอง

2. ทดสอบข้อเขียน

3. สอบปฏิบัติการทดลอง

4. ประเมินผลด้วยการสังเกต

ในบรรดาวิธีการประเมินผลทั้ง 4 ระบบนี้ การประเมินผลด้วยการสังเกตเป็นวิธีการประเมินที่ต่อเนื่อง สามารถทำการสังเกต จดบันทึกไว้ในช่วงเวลาที่ยาวนาน และสามารถประเมินต่อเนื่องกันได้ตลอดทั้งภาคเรียน โดยมีเกณฑ์ในการประเมินจากพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง (Planing and design)

2. ทักษะปฏิบัติการในการทดลอง (Manipulative skills)

3. การดำเนินการทดลอง (Conduct of experiment)

4. การสังเกต (Observation)

5. การจดบันทึกข้อมูล (Recording data)

6. การแปลความหมายของข้อมูลจากการทดลอง (Interpretation of data and experiment)

7. ความรับผิดชอบ (Responsibility)

8. ความคิดริเริ่มที่จะทำสิ่งใหม่ ๆ (Initiative)

9. นิสัยในการทำงาน (Work habits)

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 49 - 52)

ได้เสนอวิธีการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่าส่วนหนึ่งให้เก็บคะแนนจากด้านต่อไปนี้

1. การปฏิบัติการขณะเรียนหรือในขณะที่นักเรียนทำการทดลองว่ามีทักษะในการดำเนินการทดลองมากน้อยเพียงใด อาจจะได้มาจากการสอบถาม หรือการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำการทดลอง นอกเหนือไปจากการทดลองในบทเรียน

2. พฤติกรรมการปฏิบัติของนักเรียน เช่น ความตั้งใจ การมาเรียนโดยสม่ำเสมอ การร่วมมือในกิจกรรม การเรียนในชั้นเรียนและในห้องปฏิบัติการ

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็นหลาย ๆ ด้าน และมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ทักษะในการใช้เครื่องมือซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานในการทดลองเป็น เกณฑ์ในการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลอง

ประวิตร ชูศิลป์ (ประวิตร ชูศิลป์ 2523 : 15) กล่าวถึงการประเมินผลด้านการปฏิบัติว่าเป็นการประเมินทักษะ (Skills) ในการปฏิบัติและการดำเนินการต่าง ๆ มีทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 อย่าง คือ

1. ทักษะทางสมอง หรือความสามารถทางสมอง เช่น ทักษะในการคิด ทักษะในการคำนวณ ทักษะในการแปลความหมาย

2. ทักษะในการทำหรือปฏิบัติ เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด เช่น ทักษะการหยิบจับและการใช้เครื่องมือทดลอง ทักษะในการสังเกต ทักษะในการจดบันทึกข้อมูล ทักษะในการเขียนกราฟ หรือการจัดกระทำข้อมูล

การประเมินผลด้านการปฏิบัติ นั้น จะกระทำโดยใช้แบบทดสอบหรือข้อเขียนแต่เพียงอย่างเดียว เหมือนการประเมินผลด้านการรับรู้และความคิดไม่ได้ เพราะมีทักษะหลายอย่างที่ไม่สามารถทดสอบหรือวัดผลโดยวิธีเขียนตอบ เช่น ทักษะในการหยิบและใช้เครื่องมือ ทักษะในการสังเกต จึงต้องประเมินผลโดยการสังเกตจากการกระทำจริง ๆ ด้วยการกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้นเพื่อให้คะแนน

ทักษะที่สามารถใช้เกณฑ์ประเมินผลด้านการปฏิบัติเป็นทักษะในการทำหรือปฏิบัติ (Manipulative skills) แบ่งได้ 2 พวก คือ

1. ทักษะภาคปฏิบัติ
2. ทักษะในการสื่อความหมาย

ทักษะภาคปฏิบัติ เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองโดยตรง ดังนี้

1. ทักษะในการปฏิบัติการ (Manual skills) ได้แก่ การหยิบจับวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง และการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง
2. ทักษะในการสังเกต (Observation) ได้แก่ การสังเกต เพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบ และการสังเกตผลการทดลอง
3. ทักษะในการดำเนินการทดลอง (Carrying out procedures) ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียนหรือคู่มือการทดลอง และการเตรียมการหรือการคิดค้นวิธีการใหม่

ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผลและใช้ผลการทดลองที่รวบรวมสรุปไว้ในสมุดบันทึกหรือรายงานการทดลอง คือ

1. ทักษะในการบันทึกผล
2. ทักษะในการใช้ผลการทดลอง

อนันต์ ศรีโสภาก (อนันต์ ศรีโสภาก 2521 : 199 - 200) กล่าวถึงข้อดีของการประเมินผลด้วยการสังเกตว่ามีประโยชน์ต่อครูหลายประการ คือ

1. การสังเกตการณ์ การเรียน การทำงาน ตลอดจนนิสัยการทำงานของนักเรียน เป็นประจำ จะช่วยให้ครูสามารถประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้ต่อเนื่องกัน และยังสามารถสืบข้อเท็จจริงหรือข้อบกพร่อง หรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และแก้ไขได้อย่างถูกต้องทันทางที่

2. วิธีการสังเกตต่าง ๆ ก็ใช้เวลาไม่มาก ไม่กินเวลาเหมือนแบบทดสอบต่าง ๆ

3. ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มีคุณค่าต่อครูอย่างมากในการประเมินผลการเรียน การสอนของครู มีข้อมูลอีกมากที่ไม่สามารถเก็บได้โดยวิธีอื่น นอกจากจะต้องเก็บโดยอาศัย เทคนิคการสังเกตเท่านั้น

นอกจากนี้ยังเสนอแนะวิธีการที่จะช่วยให้การสังเกตมีความเที่ยงตรงยิ่งขึ้น (อนันต์ ศรีโสภณ 2521 : 218 - 219) ดังนี้

1. ควรวางแผนว่าจะสังเกตอะไรบ้างไว้ล่วงหน้า คือ การกำหนดพฤติกรรมของนักเรียนที่เราจะทำการสังเกต การที่จะกำหนดพฤติกรรมที่ทำการสังเกตควรมีส่วนเกี่ยวข้อง และสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ตรงกับจุดมุ่งหมายด้วย ซึ่งผู้สังเกตต้องทราบจุดมุ่งหมายในการสังเกตว่ามีอะไรบ้างและจะสังเกตนิสัยและพฤติกรรมอะไรบ้าง

2. ควรกำหนดเวลาในการสังเกตให้อยู่ในลักษณะแบบสุ่ม เพื่อที่จะกำจัดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

3. พยายามทำให้การสังเกตสัมพันธ์กับการสอน ควรเตรียมการสอนไปพร้อมกับการสังเกต เพราะถ้าได้ทำการสังเกตนักเรียนในขณะที่ทำการสอน จะช่วยให้มีการสังเกตที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและประหยัดเวลาด้วย

4. ควรบันทึกผลการสังเกต หลังจากการสังเกตสิ้นสุดลง แต่ไม่ควรทำการบันทึกในขณะที่ทำการสังเกต เพราะจะทำให้นักเรียนรู้สึกตัวถูกสังเกต บางคนอาจจะแสดงออกซึ่งจะทำให้ผลที่ได้คลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. ไม่ควรตีความหมายหรือสรุปข้อคิดเห็นของการสังเกตในระยะเวลาดั้น ๆ ควรจะรอจนกว่าการสังเกตทั้งหมดได้สิ้นสุดลง เพราะการตีความหมายจากการสังเกตครั้งย่อย ๆ อาจจะไปขัดแย้งกับผลการสังเกตมาโดยตลอด

6. ควรเตรียมรายการและแบบฟอร์มที่จะทำการสังเกตให้ชัดเจนขึ้น ซึ่งจะทำให้การสังเกตมีระบบที่เป็นปรนัยยิ่งขึ้น

ในการสังเกตนี้ โอบาร์ และคนอื่น ๆ (Obar and others. 1971 : 23 - 25) ได้เสนอวิธีการสังเกตไว้ 2 วิธี คือ

1. การสังเกตโดยตรง (Direct observation)
2. การสังเกตโดยอ้อม (Indirect observation).

การสังเกตโดยตรง ยังแบ่งเป็น 3 วิธี คือ

1. การสังเกตในขณะที่มีการเรียนการสอนโดยตรง (Life observation) วิธีนี้มีข้อเสีย คือ พฤติกรรมที่ผ่านมาแล้วจะกลับมาดูอีกไม่ได้ เพราะฉะนั้นผู้สังเกตจะต้องมีความแม่นยำในการใช้คพฤติกรรมต่าง ๆ และได้รับการฝึกหัดมาอย่างดี

2. การบันทึกภาพ (Videotape) สังเกตโดยการบันทึกภาพไว้ด้วย วิธีนี้ดี แต่สิ้นเปลืองมาก

3. การบันทึกเสียง (Audiotape) ใช้เทปบันทึกเสียงช่วยในการสังเกต วิธีนี้มีข้อบกพร่องที่ไม่เห็นกิริยาท่าทาง อาจจะทำให้ผู้สังเกตแปลพฤติกรรมบางอย่างผิดไปได้

การสังเกตในขณะที่มีการเรียนการสอนโดยตรง มักจะทำในช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 3 นาที (ไม่ควรเกิน 5 นาที) หรือไม่ควรน้อยเกินไป เพราะพฤติกรรมที่แสดงออกมาอาจไม่ครบตามที่เราสังเกต และถ้าใช้เวลานานเกินไปจะทำให้ผู้สังเกตลืมหืมพฤติกรรมนั้น ๆ ที่แสดงออกมา ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย

การสังเกตโดยอ้อม การสังเกตโดยอ้อมนี้ เครื่องมือที่จะใช้วัดก็คือ การออกแบบสอบถามให้ครูหรือนักเรียนตอบ ผลจากการตอบแบบสอบถามจะสะท้อนถึงสภาพการเรียนการสอนอีกทีหนึ่ง เช่น แบบสอบถามกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพห้องเรียน

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลด้านการปฏิบัติ พอสรุปได้ว่า ในการประเมินผลด้านการปฏิบัติส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของการสังเกต ซึ่งการสังเกตควรจะต้องมีการวางแผนการล่วงหน้าว่าจะสังเกตอะไร มีขั้นตอนอย่างไร จะทำให้ทราบถึงข้อบกพร่องหรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน และครูสามารถที่จะแก้ไขได้อย่างถูกต้องทันทางที่



## งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

### ผลงานวิจัยในประเทศไทย

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี (อุบลพงษ์ วัฒนเสรี 2517 : ก - ง) ได้ศึกษาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เพื่อ

1. เปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการแนะนำและสาธิตวิธีใช้การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้รับการแนะนำ และสาธิตการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

2. เปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3

ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนที่มีความเข้มข้นเลขคณิตของคะแนนสอบไม่แตกต่างกันระดับละ 2 ห้องเรียน ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ทดลองสอนโดยผู้วิจัยแนะนำและสาธิตวิธีใช้การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง 5 ชนิด แก่กลุ่มทดลองทุกครั้ง ก่อนทำการปฏิบัติการ การรวบรวมข้อมูลได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างทำการปฏิบัติการ แล้วให้คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยสุ่มสังเกตจากพฤติกรรมของนักเรียนห้องละ 10 คน สังเกตการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ 5 ชนิด

ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นทักษะการใช้กรวยกรอง

2. ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ประศาสน์ ชุมนาสีขาว (ประศาสน์ ชุมนาสีขาว 2523 : ก) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรม

การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 104 คน ทำการสังเกตพฤติกรรมในด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการทดลองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อุษณีย์ วิเศษพานิช (อุษณีย์ วิเศษพานิช 2524 : ค - ง) ได้ศึกษาผลของจำนวนนักเรียนในกลุ่มการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ตัวอย่างประชากรระดับละ 72 คน แบ่งกลุ่มทำการทดลองเป็น 2, 4 และ 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ ตารางแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แล้วนำผลมาวิเคราะห์และทดสอบความมีนัยสำคัญด้วย t-test ผลการวิจัยพบว่า

1. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน แตกต่างจากนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 2 คน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน แตกต่างจากนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 4 คน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

### ผลงานวิจัยต่างประเทศ

ซัลลีแวน (Sullivan. 1972 : 2090 - 2091) ได้ทำการสำรวจความสามารถทางทักษะปฏิบัติเฉพาะด้านของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาเกรด 9 ในดีทรอยท์ มิชิแกน เพื่อเปลี่ยนห้องเรียนไปเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางทักษะที่ต้องทดสอบมี 3 ด้าน คือ

1. การประสานงานของกล้ามเนื้อ
2. ความคล่องแคล่วในการใช้มือ
3. ความคล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์เกรด 9 มีพัฒนาการของความสามารถทางทักษะในการประสานงานของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วในการใช้มือ ยังไม่ถึงระดับที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนเกือบทั้งหมดไม่มีพัฒนาการในด้านความคล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือเลย

กรอสมาร์ค (Grosmark. 1973 : 3176) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และทักษะในการปฏิบัติการทดลองกับจำนวนครั้งของการทำปฏิบัติการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนเคมี ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ชานเมืองนิวยอร์ก จำนวน 143 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่มทำการทดลองเดียวกัน แต่กลุ่มทดลองทำการทดลองซ้ำอีกในช่วงเวลาว่าง เมื่อสิ้นภาคเรียนทำการสอบปฏิบัติการทดลอง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Covariance) แล้วทดสอบความมีนัยสำคัญด้วย t-test ผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการปฏิบัติการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่าการทำปฏิบัติการบ่อยครั้ง มีผลทำให้มีทักษะในการปฏิบัติการดีขึ้น

แมคเบธ (Macbeth. 1974 : 45 - 51) ได้ศึกษาขอบเขตความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์โดย เปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอนุบาลกับนักเรียนเกรด 3 ผลการวิจัยพบว่า

1. การสอนโดยให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเองจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในเด็กอนุบาลได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุมากกว่า
2. การสอนโดยให้เด็กเล็ก ๆ ได้ทดลองด้วยตนเองไม่ได้ผล สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากทักษะทางด้านการพูดและการติดต่อสื่อความหมายของเด็กยังไม่ดีพอ

แมคเบธ ยังได้ข้อเสนอแนะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น ไว้ดังนี้

1. การสอนวิทยาศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทดลองใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในบทเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. ทักษะในการใช้อุปกรณ์ของนักเรียนขึ้นอยู่กับอายุ และการพัฒนาระดับสติปัญญาของเด็ก การสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนจากของจริงมีผลต่อการเรียนของเด็กเล็กมากกว่าในเด็กโต

เฮียเล (Hearle. 1974 : 7067) ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลอง และการวัดผลทักษะในการปฏิบัติการทดลอง เคมีของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองที่ต้องการให้เกิดขึ้นในการทดลอง เคมีของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลอง
3. ศึกษาว่าหลักสูตรวิชาเคมี และเพศของนักเรียนมีผลต่อทักษะในการปฏิบัติการทดลองหรือไม่
4. ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาวิชา กับทักษะในการปฏิบัติการทดลอง

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนจากโรงเรียนใกล้เคียงมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแมรีแลนด์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนหลักสูตร IAC (Interdisciplinary Approach to Chemistry) กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียน ก่อนทำการสอน 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการทดสอบ Pre-test และเมื่อจบบทเรียน ทำการทดสอบ Post-test เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลองมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาสูง ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติในการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติในการทดลอง (Manipulative skills) สูงกว่าทักษะการคิด (Cognitive skill)

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4. ความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติ ในการทดลอง (Manipulative skill) และทักษะการคิด (Cognitive skill) มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

โดแรน และ ไดทริค (Doran and Dietrich. 1976 : 496 - 502) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ กับพวกที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จากนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ในนิวยอร์ก จำนวน 199 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ 147 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อย คือ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ 52 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถทางทักษะปฏิบัติของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์และไม่ได้เรียน วิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติแตกต่างกัน

จากผลงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ทั่วถึงทุกคน เพื่อฝึกนักเรียนให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือเกิดขึ้น และพบว่าผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาวิชาสัมพันธ์กับทักษะในการปฏิบัติการทดลองมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ แต่จำนวนคนในกลุ่มทดลองมีผลต่อทักษะการใช้อุปกรณ์ ของนักเรียนน้อย

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลปฏิบัติการทดลองทางด้านการใช้เครื่องมือ

### ผลงานวิจัยในต่างประเทศ

เคมปา และ อีเกลน (Kempa and Eglan. 1975 : 69 - 76) ได้เปรียบเทียบวิธีการ 3 วิธี ในการประเมินผลความสามารถทางด้านการใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. ใช้วิธีการประเมินค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยดูจากการปฏิบัติของนักเรียน
2. ใช้วิธีการประเมินผลโดยถามจากครูผู้สอนในเรื่องของเกร็ดที่นักเรียนได้รับทักษะที่นักเรียนถนัดมากที่สุด และการปฏิบัติการของนักเรียน ซึ่งเป็นการประเมินผลโดยใช้คำถามปลายเปิด

3. วิธีการประเมินผลโดยถามจากครูผู้สอนในเรื่องของ

3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง

3.2 เทคนิคในการทดลอง

3.3 ทักษะการใช้เครื่องมือ

3.4 ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำงาน

จากการเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธี ของเคมปาและอีเกลน วิธีการประเมินผลจากการถามครูทั้ง 2 วิธีนั้นให้ผลพอ ๆ กัน และวิธีการประเมินผลโดยดูจากการปฏิบัติของนักเรียนโดยตรงเป็นวิธีการที่ดีที่สุด

โกลแมน (Gloman. 1975 : 4 - 10) ได้ศึกษาวิธีการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลองทั้ง 2 วิธี คือ การประเมินผลโดยดูจากการปฏิบัติการของนักเรียน กับ การประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบในสาขาวิชาสัตววิทยา พบว่าการประเมินผลทั้ง 2 แบบควบคู่กันไปจะได้ผลดี

เบน-ซวี (Ben - Zvi. 1977 : 433 - 439) ได้ศึกษาถึงแบบอย่างการสอนวิชาเคมีในโรงเรียนไฮสคูลเกี่ยวกับทักษะในการใช้เครื่องมือ โดยการกำหนดปัญหามาให้ นักเรียน แล้วให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น และให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดย

ใช้วัสดุอุปกรณ์ทดลองที่นักเรียนกำหนดไว้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถสูงทางงานเทคนิคทางการทดลอง แต่ความสามารถทางด้านการใช้เครื่องมือและความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำงานมีน้อย

ปีสลี (Beasley. 1979 : 528 - 529) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะภาคปฏิบัติโดยวิธีปฏิบัติจริง และวิธีทาง คัดลอกการทำปฏิบัติการทดลอง เคมีของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เพื่อศึกษา

1. ผลของการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติการทดลองอย่างเดียว
2. ผลของการฝึกทักษะด้วยการคิดอย่างเดียว
3. ผลของการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติการทดลองและการคิดร่วมกัน

แบ่งนักศึกษาคือออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองให้เกณฑ์ในการประเมิน 2 เกณฑ์ คือ ความถูกต้อง (Accuracy) และความแม่นยำ (Precision) โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาระหว่างการทดลอง จากการสังเกต 3 สัปดาห์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่าง ๆ ทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะมีทักษะภาคปฏิบัติการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่า การได้ฝึกทักษะในการปฏิบัติการทดลองทำให้มีเทคนิคการทดลองถูกต้องและแม่นยำ

โกเดล (Goel. 1981 : 646) ได้ศึกษาผลของการทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองต่อการมีทักษะภาคปฏิบัติ และต่อทักษะการคิดของนักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษา

1. ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดเผยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองกับการมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองของนักเรียน
2. ความแตกต่างของระดับการมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลอง

3. ความแตกต่างของทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กับนักเรียนที่ไม่ทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพฯ จำนวน 28 โรงเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 14 โรงเรียน กลุ่มควบคุม 14 โรงเรียน กลุ่มทดลองที่ทราบจุดประสงค์มี 3 ประเภท คือ

1. ทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลอง 1 วัน ก่อนทำการทดลอง
2. ได้อ่านและทำความเข้าใจจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองมาแล้ว

อย่างนี้

3. มีความรู้ในเรื่องที่ทำการทดลองมาก่อนแล้ว และหลังจากการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว สามารถทดสอบไควความบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดลองเดียวกัน หลังจากนั้นประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองและทักษะการคิด นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองของนักเรียนที่ทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากผลงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียน ควรจะหาความถูกต้องไประหว่างการดูจากการปฏิบัติการของนักเรียนโดยตรงกับการประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบจะทำให้ผลการประเมินน่าเชื่อถือได้มาก นอกจากนั้นยังพบว่าถ้านักเรียนทราบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองก่อนทำการทดลอง จะทำให้นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองดีขึ้น แต่จากผลงานวิจัยดังกล่าวพบว่างานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลปฏิบัติการทดลองทางค่านักเรียนพื้นฐานในการทดลองในวิชาเคมียังไม่มีผู้ใดทำการวิจัย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสังเกตจากการปฏิบัติจริงของนักเรียนเป็นรายบุคคล



นอกจากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และปัญหาในการประเมินผลการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในประเทศ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ พอรวบรวมได้ดังนี้

ปัญญา อุทัยพันธ์ (ปัญญา อุทัยพันธ์ 2523 : 39 - 40) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร จากครูชาย-หญิง ในโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ 100 โรงเรียน จำนวน 279 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาในด้านต่าง ๆ คือ ด้านการเตรียมการสอน คุณภาพและปริมาณเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่ดีและไม่เพียงพอ ทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังไม่ดีพอ ความปลอดภัยในการทำกิจกรรมการทดลอง ด้านความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนขอให้ครูสรุปผลการทดลองให้ และครูโรงเรียนราษฎร์กับโรงเรียนรัฐบาลมีปัญหาในการสอนปฏิบัติการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ 2523 : 38 - 39) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตกรุงเทพมหานคร จากครูชาย-หญิง ในโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ 100 โรงเรียน จำนวน 311 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาในด้านต่าง ๆ คือ ด้านการเตรียมการสอน ครูไม่สามารถเอาเนื้อหาวิชามาผสมผสานกับการสอนปฏิบัติการได้ ด้านคุณภาพและปริมาณของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่ดีและไม่เพียงพอ ด้านทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่ดีพอ ด้านความปลอดภัยในการทำกิจกรรม ด้านความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนขอให้ครูสรุปผลการทดลองให้ ครูโรงเรียนรัฐบาลและครูโรงเรียนราษฎร์มีปัญหาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิรินทร สุนทราภิวัฒน์ (สิรินทร สุนทราภิวัฒน์ 2526 : 50 - 63) ได้ศึกษาปัญหาการประเมินผลการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา จากครูสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ จำนวน 177 คน ซึ่งทำการสอนวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และ

วิทยาศาสตร์กายภาพ ในด้านที่เกี่ยวกับการปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียน ผลการวิจัยพบว่า การประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติ เช่น การเลือกใช้เครื่องมือ การหยิบจับเครื่องมือ ครูไม่ได้ปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียน คิดเป็นร้อยละ 5.14 สาเหตุเพราะจำนวนเครื่องมือที่ใช้ทดลองมีไม่เพียงพอ จำนวนนักเรียนในแต่ละห้องมีมากเกินไป ครูไม่มีเวลาในการประเมินผลด้านทักษะการปฏิบัติ เครื่องมือขาดประสิทธิภาพ สภาพห้องเรียนไม่เหมาะสม

จากผลงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ครูมักประสบปัญหาในด้านต่าง ๆ เช่น คุณภาพและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่ดีพอและไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญมาก ด้านการเตรียมการสอน ครูไม่สามารถเอาเนื้อหาวิชามาผสมผสานกับการสอนปฏิบัติการได้ นักเรียนขอให้ครูสรุปผลการทดลองให้ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานในการทดลองวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

## วิธีดำเนินการศึกษากันคว้า

### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษากันคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่เรียนอยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2530 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาทั้งสิ้น 7 โรงเรียน จำนวน 384 คน

### กลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษากันคว้าผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ เกรจจี และมอร์แกน (Krejcie and Morgan. 1970 : 607 - 610) เป็นแนวในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้จำนวนนักเรียนร้อยละ 70 เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเลือกโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยแบ่งตามอัตราส่วนของจำนวนนักเรียนในแต่ละเพศ แต่ละขนาดของโรงเรียน ได้จำนวนนักเรียนตามตาราง

ตาราง 1 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนขนาดต่าง ๆ

| ขนาดของโรงเรียน | จำนวนโรงเรียน | จำนวนนักเรียนทั้งหมด |      | จำนวนนักเรียนที่สุ่มได้ |      |
|-----------------|---------------|----------------------|------|-------------------------|------|
|                 |               | ชาย                  | หญิง | ชาย                     | หญิง |
| ขนาดใหญ่        | 4             | 106                  | 112  | 74                      | 78   |
| ขนาดกลาง        | 3             | 89                   | 77   | 63                      | 54   |
| รวม             | 7             | 195                  | 189  | 137                     | 132  |

### วิธีการสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการสอน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น และ แบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี ซึ่งประกอบด้วย

1. ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกตวง
2. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจาน
3. ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
4. ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง
5. ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส
6. ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว
7. ทักษะการต้มกลั่นสารเคมี
8. ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง

แบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองในวิชาเคมีดังกล่าว ได้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. แบบบันทึกผลการสังเกตทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี
2. นิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะพื้นฐานในการทดลองทางเคมีต่างๆ

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี ผู้วิจัย  
จะได้นำมาพิจารณาตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี  
จากคู่มือครูวิชาเคมี แบบเรียนวิชาเคมี ตามหลักสูตรของสภารับรอง เสริมการสอน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนว  
ทางในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะพื้นฐานในด้านต่าง ๆ และสร้าง  
แบบบันทึกผลการสังเกต

2. ดำเนินการสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ และแบบบันทึกผลการสังเกต  
ของทักษะพื้นฐานในด้านต่าง ๆ ที่ต้องการจะวัด ตัวอย่างของนิยามเชิงปฏิบัติการ  
และแบบบันทึกผลการสังเกต เพื่อประเมินทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี  
จะเป็นดังนี้

### ตัวอย่าง

ทักษะการวัดอุณหภูมิ ของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์  
นิยามเชิงปฏิบัติการ : ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์  
หมายถึง การอ่านอุณหภูมิและการใช้เทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธี โดยเมื่อจะวัด  
อุณหภูมิของของเหลวจะต้องให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จมอยู่ในสิ่งที่ต้องการ  
จะวัด แต่ไม่สัมผัสกับภาชนะและก้นภาชนะ ขณะอ่านอุณหภูมิสายตาดูอยู่ในระดับ  
เดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ และเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงโดยจับแค่เพียง  
ส่วนบนของเทอร์โมมิเตอร์เท่านั้น เมื่อใช้เสร็จเช็ดล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่

เมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการแล้วก็จะทำการสร้างแบบบันทึกผล  
การสังเกต โดยอาศัยแนวจากนิยามเชิงปฏิบัติการที่กำหนดไว้ ดังตัวอย่าง

แบบบันทึกผลการสังเกตเพื่อประเมินทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี  
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อผู้สังเกต \_\_\_\_\_ วันที่สังเกต \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_  
 ชื่อนักเรียนที่ถูกสังเกต \_\_\_\_\_ โรงเรียน \_\_\_\_\_  
 ชั้น \_\_\_\_\_ เพศ \_\_\_\_\_

| รายการสังเกต                                                                                                                                                                                                                                                               | ผลการประเมิน |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์<br>1.1 กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ<br>1.2 ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง<br>1.3 เมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์<br>1.4 เมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ |              |

การบันทึกผลการสังเกต จะสังเกตในขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของเหลว โดยสังเกตในแต่ละรายการของแบบบันทึกผลการสังเกต ถ้านักเรียนปฏิบัติได้อย่างถูกต้องก็จะบันทึกผล "1" ลงในช่องผลการประเมิน ถ้าปฏิบัติไม่ถูกต้องหรือไม่ได้ปฏิบัติในรายการสังเกตใด ผลการประเมินก็จะเป็น "0"

3. นานิยามเชิงปฏิบัติการ แบบบันทึกผลการสังเกตที่ได้สร้างขึ้นตามข้อ 2 ไปให้ประธานควบคุมปริิฐานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบให้ความคิดเห็น แล้วจึงนำมาแก้ไขใหม่ เพื่อให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

4. นำแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ของโรงเรียนเมืองปรางบุรี อำเภอปรางบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 30 คน แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าสถิติเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

4.1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี ในส่วนของแบบบันทึกผลการสังเกต โดยการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR - 21 (Kuder-Richardson 21) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .89 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นเชิงนิมิตในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.2 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face validity) ทางด้านเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งต่อไปนี้

ดร.ธงชัย ชิวปรีชา รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจารย์ณรงค์ศิลป์ รูปพนม นักวิชาการสาขาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจารย์ปรีชาญ เดชศรี นักวิชาการสาขาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจารย์การารวรรณ เหลืองอร่ามโชติ นักวิชาการสาขาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจารย์เส็งยม วิไลวัฒน์ อาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

4.3 หาค่าความเป็นปรนัยของแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีในส่วนของแบบบันทึกผลการสังเกต จากผู้ร่วมประเมินจำนวน 4 คน ดังต่อไปนี้

นางสาววรรณฯ สรวงพนาภกุล กศ.บ. เคมี

นางสาวรัชนี จำปา กศ.บ. เคมี

นางสาวเตือนใจ ศรีจันทร์ กศ.บ. เคมี

นางสาวอุมาพร นกะพันธุ์ กศ.บ. เคมี

นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

เท่ากับ .96 แสดงว่า มีความสัมพันธ์เชิงนิมิตในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

หากการสังเกตพฤติกรรมทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี โดยการสังเกตจากนักเรียนที่ได้รับการสุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่าง ตามรายการสังเกตในแบบบันทึกการสังเกต จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. หาค่าร้อยละของคะแนนจากแบบสอวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีในทักษะแต่ละด้าน

2. หาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี (  $z$ -test)

3. หาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ และโรงเรียนขนาดกลาง จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี (  $z$ -test)

ผลสัมฤทธิ์ทางก้านทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี จะพิจารณาจากจนวนร้อยละของนักเรียนที่สอบผ่านทักษะแต่ละด้าน โดยถือเกณฑ์การพิจารณาดังต่อไปนี้

|         |          |             |                   |
|---------|----------|-------------|-------------------|
| ร้อยละ  | 80 - 100 | อยู่ในเกณฑ์ | ดีมาก             |
| ร้อยละ  | 70 - 79  | อยู่ในเกณฑ์ | ดี                |
| ร้อยละ  | 60 - 69  | อยู่ในเกณฑ์ | ปานกลาง           |
| ร้อยละ  | 50 - 59  | อยู่ในเกณฑ์ | พอใช้             |
| ต่ำกว่า | 49 ลงมา  | อยู่ในเกณฑ์ | ต้องแก้ไขปรับปรุง |



### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR - 21 (Kuder-Richardson 21)  
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 170 - 171)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\bar{X}(n - \bar{X})}{nS_t^2} \right]$$

- เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินค่า  
 $n$  แทน จำนวนข้อของแบบประเมินค่า  
 $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ยของทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี  
 $S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2. หาค่าความแปรปรวนของคะแนน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ  
อังคณา สายยศ 2524 : 75)

$$s^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N - 1)}$$

- เมื่อ  $s^2$  แทน ค่าความแปรปรวน  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $(\sum X)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3. หาค่าความเป็นปรนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 84)

$$r_{xy} = \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{[N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2][N \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}}$$

|                |                                               |
|----------------|-----------------------------------------------|
| เมื่อ $r_{xy}$ | แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์                 |
| $\Sigma x$     | แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน x                    |
| $\Sigma y$     | แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน y                    |
| $\Sigma x^2$   | แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน x แต่ละตัวยกกำลังสอง |
| $\Sigma y^2$   | แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน y แต่ละตัวยกกำลังสอง |
| $(\Sigma x)^2$ | แทน ผลรวมของคะแนน x ทั้งหมดยกกำลังสอง         |
| $(\Sigma y)^2$ | แทน ผลรวมของคะแนน y ทั้งหมดยกกำลังสอง         |
| $\Sigma xy$    | แทน ผลรวมของคะแนน x และ y แต่ละตัวคูณกัน      |
| N              | แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง                        |

4. การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม คำนวณโดยใช้สูตร  
(ดูน สายยศ และอังภา สายยศ 2524 : 83)

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

|                              |                                              |
|------------------------------|----------------------------------------------|
| เมื่อ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ | แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ  |
| $s_1^2, s_2^2$               | แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ  |
| $n_1, n_2$                   | แทน ขนาดของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

|          |     |                                    |
|----------|-----|------------------------------------|
| X        | แทน | ค่าเฉลี่ย                          |
| S        | แทน | ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน               |
| N        | แทน | จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง             |
| Z        | แทน | ค่าการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย |
| $r_{tt}$ | แทน | ค่าความเชื่อมั่น                   |
| $r_{xy}$ | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์          |

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) ของคะแนนจากแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี โดยการหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตร KR - 21 (Kuder - Richardson 21) แสดงได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของคะแนนจากแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี โดยการหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตร KR - 21

| รายการทดสอบ                                      | N  | $r_{tt}$          |
|--------------------------------------------------|----|-------------------|
| ทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีทาง<br>คำนวณต่าง ๆ | 30 | .89 <sup>**</sup> |

$$^{**}p < .01 \quad (r = .4487)$$

จากตาราง 2 แสดงว่า คะแนนของแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเชื่อมั่นเชิงนิมิตในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $r_{tt} = .89$ )

2. ผลการวิเคราะห์ความเป็นปรนัย ( Objectivity ) ของคะแนนจากแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีจากคะแนนของผู้ร่วมประเมิน 4 คน โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient)

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นปรนัยของคะแนนจากแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีจากคะแนนของผู้ร่วมประเมิน 4 คน โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

| รายการประเมิน                           | N  | $r_{xy}$ |
|-----------------------------------------|----|----------|
| แบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี | 30 | .96**    |

$$**P < .01 \quad (r = .4487)$$

จากตาราง 3 แสดงว่า คะแนนการประเมินทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี ระหว่างผู้วิจัยและผู้ร่วมประเมิน 4 คน มีความสัมพันธ์กันเชิงนิมิตในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $r_{xy} = .96$ ) นั่นคือ แบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเป็นปรนัยในระดับสูง แสดงว่าผู้วิจัยและผู้ร่วมประเมินมีความเห็นในการประเมินทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีสอดคล้องกัน

3. ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกนํ้าของนักเรียนชายและหญิง จำนวน 269 คน แสดงได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกนํ้าของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน

| รายการสังเกต                                                 | ร้อยละ |
|--------------------------------------------------------------|--------|
| 1. กกก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกสูบก่อนจุ่มลงในของเหลว          | 97.40  |
| 2. คุกของเหลวโดยที่ปลายกระบอกนํ้าอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ | 98.88  |
| 3. กอนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ                           | 22.68  |
| 4. ระดับสายตาตรงชี้ค่าน                                      | 18.96  |

จากตาราง 4 แสดงว่า ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกนํ้าในค่านของการกกก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกสูบก่อนจุ่มลงในของเหลว และการคุกของเหลวโดยที่ปลายกระบอกนํ้าอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือมีค่าร้อยละ 97.40 และ 98.88 ตามลำดับ ส่วนในค่านการอ่านปริมาตรโดยต้องไม่มีฟองอากาศและระดับสายตาตรงชี้ค่าน อยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง คือมีค่าร้อยละ 22.68 และ 18.96 ตามลำดับ

4. ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียวของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน แสดงได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียวของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน

| รายการสังเกต                              | ร้อยละ |
|-------------------------------------------|--------|
| 1. ปรับศูนย์ก่อนใช้                       | 18.96  |
| 2. ใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง      | 20.07  |
| 3. อ่านค่าได้ถูกต้อง                      | 26.77  |
| 4. เลื่อนตุ้มน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ | 24.16  |

จากตาราง 5 แสดงว่า ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียวในด้านการปรับศูนย์ก่อนใช้ การใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง การอ่านค่าได้ถูกต้อง และการเลื่อนตุ้มน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ มีค่าร้อยละ คือ 18.96 20.07 26.77 24.16 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขและปรับปรุง

5. ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลว โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน แสดงได้ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลว โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน

| รายการสังเกต                                                        | ร้อยละ |
|---------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ                           | 74.72  |
| 2. ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง                              | 65.06  |
| 3. เมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ | 59.48  |
| 4. เมื่อใช้เสร็จแล้วต้องล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่            | 44.61  |

จากตาราง 6 แสดงว่า ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ในค่านกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะมีค่าร้อยละ 74.72 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงมีค่าร้อยละ 65.06 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์มีค่าร้อยละ 59.48 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ และเมื่อใช้เสร็จแล้วต้องล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่มีค่าร้อยละ 44.61 ซึ่งยังคงแก้ไขปรับปรุง



6. ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน แสดงได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน

| รายการสังเกต                                        | ร้อยละ |
|-----------------------------------------------------|--------|
| 1. พับกระดาษกรอง เป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม | 32.34  |
| 2. ฉีกมุมกระดาษกรอง เล็กน้อย                        | 18.96  |
| 3. ทำกระดาษกรองให้เปียกแบบกรวย                      | 20.45  |
| 4. ชะกรองรินสารผ่านแหงแก้ว                          | 15.24  |
| 5. ปลายแ่งแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น     | 22.68  |
| 6. ก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว          | 22.68  |

จากตาราง 7 แสดงว่า ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองในด้านการพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม การฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย การทำกระดาษกรองให้เปียกแบบกรวย ชะกรองรินสารผ่านแหงแก้ว ปลายแ่งแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น และก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว มีค่าร้อยละ 32.34, 18.96, 20.45, 15.24, 22.68, 22.68 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุงทั้งหมด

7. ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการทดสอบ  
ความเป็นกรค-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง  
จำนวน 269 คน แสดงได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการทดสอบ  
ความเป็นกรค-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง  
จำนวน 269 คน

| รายการสังเกต                                        | ร้อยละ |
|-----------------------------------------------------|--------|
| 1. จี๊กระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด | 20.07  |
| 2. ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส  | 27.88  |
| 3. ทำความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ                  | 20.82  |

จากตาราง 8 แสดงว่า ทักษะการทดสอบความเป็นกรค-เบสของของเหลว  
ด้วยกระดาษลิตมัสในด้านการจี๊กระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด  
การใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส การทำความสะอาดแท่งแก้ว  
หลังการทดสอบ มีค่าร้อยละ 20.07, 27.88, 20.82 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้อง  
แก้ไขปรับปรุงทั้งหมด

8. ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการถ่ายทอด  
สารเคมีที่เป็นของเหลวของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจำนวน 269 คน แสดงได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการถ่ายทอดสารเคมี  
ที่เป็นของเหลวของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน

| รายการสังเกต                                 | ร้อยละ |
|----------------------------------------------|--------|
| 1. เปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ                    | 51.67  |
| 2. ขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน    | 47.58  |
| 3. ในขณะที่รินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว | 14.87  |
| 4. ปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ                | 23.05  |
| 5. ปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ         | 86.99  |

จากตาราง 9 แสดงว่า ทักษะการถ่ายทอดสารเคมีที่เป็นของเหลวในด้านการ  
เปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ มีค่าร้อยละ 51.67 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ขณะรินสารป้ายชื่อ  
สารหันเข้าหาตัวผู้ริน ในขณะที่รินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว ปลายแท่งแก้ว  
ชิดกับภาชนะ มีค่าร้อยละ 47.58, 14.87 และ 23.05 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสามด้านนี้  
อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง ส่วนการปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ มีค่า  
ร้อยละ 86.99 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

9. ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการคมกลืนสารเคมีของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน แสดงได้ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการคมกลืนสารเคมีของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน

| รายการสังเกต                                                            | ร้อยละ |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก                                        | 89.59  |
| 2. ใช้มือโบกให้ไอของสารผ่านเข้าจุกอย่างช้า ๆ<br>หรือถือภาชนะผ่านจุกไปมา | 65.43  |

จากตาราง 10 แสดงว่า ทักษะการคมกลืนสารในค่านของการที่ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก มีค่าร้อยละ 89.59 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก การใช้มือโบกให้ไอของสารผ่านเข้าจุกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุกไปมา มีค่าร้อยละ 65.43 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

10. ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน แสดงได้ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความเป็นร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จำนวน 269 คน

| รายการสังเกต                                      | ร้อยละ |
|---------------------------------------------------|--------|
| 1. ใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง                | 76.21  |
| 2. จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา    | 39.41  |
| 3. ณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอด            | 26.39  |
| 4. หันปากหลอดไปทางค่านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ | 79.18  |

จากตาราง 11 แสดงว่า ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองในค่านของการใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลองและการหันปากหลอดไปทางค่านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ มีค่าร้อยละ 76.21 และ 79.18 ซึ่งทั้งสองค่านนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ส่วนการจับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา และณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอด มีค่าร้อยละ 39.41 และ 26.39 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง

11. ผลการวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงทั้งหมดจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี (Z - test) แสดงได้ดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงทั้งหมดจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้านโดยใช้สถิติแบบซี

| ทักษะ                                                            | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z                   |
|------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------------------|
|                                                                  | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |                     |
| 1. ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้<br>กระบอกจิกยา             |             |      |              |      |                     |
| 1.1 กัดก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกสูบ<br>ก่อนจุ่มลงในของเหลว        | 0.96        | 0.20 | 0.98         | 0.12 | -2.76 <sup>ns</sup> |
| 1.2 คุกของเหลวโดยที่ปลายหลอดจิกยา<br>อยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ | 0.98        | 0.15 | 1.00         | 0.00 | -2.82 <sup>**</sup> |
| 1.3 ถอนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ                              | 0.19        | 0.39 | 0.26         | 0.44 | -2.60 <sup>**</sup> |
| 1.4 ระดับสายตาตรงกับขีดอ่าน                                      | 0.12        | 0.33 | 0.24         | 0.43 | -2.52               |
| 2. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้<br>เครื่องชั่งชนิดจานเดียว         |             |      |              |      |                     |
| 2.1 ปรับศูนย์ก่อนใช้                                             | 0.20        | 0.40 | 0.18         | 0.39 | 0.42                |
| 2.2 ใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสาร<br>ที่จะชั่ง                        | 0.37        | 0.38 | 0.62         | 0.42 | -3.04 <sup>**</sup> |
| 2.3 อ่านค่าได้ถูกต้อง                                            | 0.46        | 0.44 | 0.57         | 0.45 | -3.19 <sup>**</sup> |
| 2.4 เลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ                       | 0.24        | 0.43 | 0.24         | 0.43 | 0.00                |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                    | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z                   |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------------------|
|                                                                          | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |                     |
| 3. ทักษะการวัดอุณหภูมิของช่องเหงือกโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์                  |             |      |              |      |                     |
| 3.1 กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาษาณะ                              | 0.76        | 0.43 | 0.74         | 0.44 | 0.38                |
| 3.2 ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง                                  | 0.64        | 0.48 | 0.66         | 0.47 | -2.64 <sup>*~</sup> |
| 3.3 เมื่ออ่านอุณหภูมิสายการอยู่ในระดับเดียวกับช่องเหงือกในเทอร์โมมิเตอร์ | 0.62        | 0.49 | 0.58         | 0.50 | 0.67                |
| 3.4 เมื่อใช้เส้ร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่                       | 0.41        | 0.49 | 0.47         | 0.50 | -2.99 <sup>~*</sup> |
| 4. ทักษะการกรวดด้วยกระดาษกรอง                                            |             |      |              |      |                     |
| 4.1 พับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม                      | 0.15        | 0.35 | 0.27         | 0.44 | -2.60 <sup>~*</sup> |
| 4.2 ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย                                             | 0.20        | 0.40 | 0.18         | 0.39 | 0.42                |
| 4.3 ทากกระดาษกรองให้เปียกแบบกรวย                                         | 0.22        | 0.42 | 0.19         | 0.40 | 0.60                |
| 4.4 ขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว                                            | 0.13        | 0.33 | 0.17         | 0.38 | -2.92 <sup>**</sup> |
| 4.5 ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น                        | 0.23        | 0.42 | 0.22         | 0.42 | 0.19                |
| 4.6 ถ้านกรวยแตะกับข้างภาษาณะที่รองรับของเหลว                             | 0.20        | 0.40 | 0.18         | 0.28 | 0.47                |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                            | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------------------|
|                                                                                  | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |                     |
| 5. ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของ<br>ของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส                    |             |      |              |      |                     |
| 5.1 ฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ<br>วางบนกระดาษที่สะอาด                         | 0.22        | 0.42 | 0.18         | 0.39 | 0.82                |
| 5.2 ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมา<br>แตะที่กระดาษลิตมัส                          | 0.23        | 0.42 | 0.32         | 0.47 | -2.64 <sup>**</sup> |
| 5.3 ทำความสะอาดแท่งแก้วหลังการ<br>ทดสอบ                                          | 0.24        | 0.43 | 0.18         | 0.39 | 1.20                |
| 6. ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว                                           |             |      |              |      |                     |
| 6.1 เปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ                                                       | 0.63        | 0.49 | 0.42         | 0.50 | 3.45 <sup>**</sup>  |
| 6.2 ขณะรินสารป้ายข้อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน                                        | 0.46        | 0.50 | 0.49         | 0.50 | -2.69 <sup>**</sup> |
| 6.3 ในขณะที่รินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับ<br>แท่งแก้ว                                | 0.19        | 0.39 | 0.11         | 0.32 | 1.83                |
| 6.4 ปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ                                                   | 0.24        | 0.43 | 0.22         | 0.41 | 0.38                |
| 6.5 ปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ                                            | 0.93        | 0.26 | 0.82         | 0.38 | 2.67 <sup>**</sup>  |
| 7. ทักษะการค้มกลืนสารเคมี                                                        |             |      |              |      |                     |
| 7.1 ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก                                                | 0.92        | 0.27 | 0.88         | 0.33 | 1.03                |
| 7.2 ใช้มือโบกให้อากาศของสารผ่านเข้าจุก<br>อย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุก<br>ไปมา | 0.72        | 0.45 | 0.60         | 0.49 | 2.12                |



ตาราง 12 (ต่อ)

| ทักษะ                                              | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z    |
|----------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|------|
|                                                    | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |      |
| 8. ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง        |             |      |              |      |      |
| 8.1 ใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง                | 0.78        | 0.42 | 0.75         | 0.44 | 0.58 |
| 8.2 จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา    | 0.41        | 0.49 | 0.38         | 0.49 | 0.50 |
| 8.3 ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย   | 0.30        | 0.46 | 0.23         | 0.42 | 1.30 |
| 8.4 หันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ | 0.80        | 0.40 | 0.78         | 0.42 | 0.40 |

$$** P < .01 \quad (Z = 2.58)$$

จากตาราง 12 แสดงว่า ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกลูกบาศก์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ทางด้านก้นก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกลูกบาศก์ก่อนจุ่มลงในของเหลว ลูกของเหลวโดยที่ปลายหลอดจุ่มอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ และก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกลูกบาศก์ทางด้านก้นก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกลูกบาศก์ก่อนจุ่มลงในของเหลว ลูกของเหลวโดยที่ปลายหลอดจุ่มอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ และก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านระดับสายทาดตรงชี้ค่าน ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียวของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงทางด้านใช้ภาชนะหรือกระดาษของสารที่จะชั่ง และอ่านค่าได้ถูกต้อง

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางค่าน้ำใช้ภาชนะหรือกระดาษ รองสารที่จะชั่งและอ่านค่าได้ถูกต้องแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางค่านปรับศูนย์ก่อนใช้ และเลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงทางค่านขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและ เช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางค่านขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงและเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บ เข้าที่แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางค่านกะเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมพันธ์กับภาชนะและเมื่อ อ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองทางค่านพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือ หนึ่งใบสี่ของวงกลม และขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางค่านพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งใบสี่ของวงกลม และขณะกรองรินสาร ผ่านแท่งแก้ว แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางค่านฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย หากกระดาษกรอง ให้เปียกแนบกรวย ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรองค่านที่หนาสามชั้น และก้านกรวย แตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลวไม่แตกต่างกัน

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางค่าน ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะการทดสอบความเป็น กรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสทางค่านใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะ ที่กระดาษลิตมัส แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางค่านฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบน กระดาษที่สะอาด และหาความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบไม่แตกต่างกัน

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ขณะรินสารป้ายข้อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลวทางด้านเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ขณะรินสารป้ายข้อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว และปลายแท่งแก้วอยู่ชิดกับขอบภาชนะไม่แตกต่างกัน

ทักษะการกมกลืนสารเคมี นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะการกมกลืนสารเคมีทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุ่มก และใช้มือโบกให้ไวนของสารเข้าปากเข้าจุ่มกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุ่มกไปมาไม่แตกต่างกัน

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

12. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี (Z-test) แสดงได้ดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี

| ทักษะ                                                       | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z       |
|-------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------|
|                                                             | X           | S    | X            | S    |         |
| 1. ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา            |             |      |              |      |         |
| 1.1 กดก้านสูบลมให้เข้ากับกระบอกสูบก่อนจะลงในของเหลว         | 0.95        | 0.22 | 1.00         | 0.00 | -2.96** |
| 1.2 ดูของเหลวโดยที่ปลายหลอดฉีดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ | 1.00        | 0.00 | 1.00         | 0.00 | 0.00    |
| 1.3 กดอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ                          | 0.14        | 0.35 | 0.25         | 0.44 | -2.68** |
| 1.4 ระดับสายตาตรงกับขีดอ่าน                                 | 0.17        | 0.37 | 0.26         | 0.44 | -3.00** |
| 2. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชั่งโคจานเดี่ยว     |             |      |              |      |         |
| 2.1 ปรับศูนย์ก่อนใช้                                        | 0.25        | 0.43 | 0.16         | 0.37 | 1.00    |
| 2.2 ใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง                       | 0.21        | 0.41 | 0.16         | 0.37 | 0.57    |
| 2.3 อ่านค่าได้ถูกต้อง                                       | 0.25        | 0.43 | 0.26         | 0.44 | -3.10** |
| 2.4 เช็ดนูนน้ำหนักแก้วที่เมื่อชั่งเสร็จ                     | 0.19        | 0.40 | 0.22         | 0.41 | -2.83** |

ตาราง 13 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                         | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------|
|                                                                               | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |         |
| 3. ทักษะการวัดคุณภาพนิมิตของ เหลวโดยใช้<br>เทอร์โมมิเตอร์                     |             |      |              |      |         |
| 3.1 ทดสอบหาค่าเฉลี่ยของนิมิตเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมพันธ์กับภาชนะ                 | 0.78        | 0.42 | 0.81         | 0.40 | -2.93** |
| 3.2 ทดสอบหาค่าเฉลี่ยของนิมิตเทอร์โมมิเตอร์ทั้งตรง                             | 0.75        | 0.43 | 0.80         | 0.41 | -2.64** |
| 3.3 เปรียบเทียบคุณภาพนิมิตสายตาอยู่ในระดับ<br>เท่ากับของ เหลวในเทอร์โมมิเตอร์ | 0.65        | 0.48 | 0.52         | 0.49 | 0.56    |
| 3.4 เมื่อใช้แว่นจางและเช็ดให้แห้ง<br>จึงเก็บเข้าที่                           | 0.53        | 0.50 | 0.60         | 0.49 | -2.64** |
| 4. ทักษะการกรอกรอยกดกระดามกรอง                                                |             |      |              |      |         |
| 4.1 ทักษะการกรอกรอยเป็นรูปกรวย<br>เหลี่ยมหนึ่งใบของวงกลม                      | 0.17        | 0.37 | 0.28         | 0.45 | -2.60** |
| 4.2 จัดมุมการกรอกรอยเล็กน้อย                                                  | 0.19        | 0.40 | 0.17         | 0.38 | 0.23    |
| 4.3 ทักษะการกรอกรอยให้เป็ยกแนบกรวย                                            | 0.25        | 0.43 | 0.18         | 0.39 | 0.77    |
| 4.4 มุมการกรอกรอยสามารถแบ่งแยะ                                                | 0.18        | 0.39 | 0.11         | 0.32 | 0.90    |
| 4.5 แบ่งแยกแยะกับกรอกรอย<br>ตามใบพัดตามชั้น                                   | 0.23        | 0.43 | 0.23         | 0.42 | 0.00    |
| 4.6 การกรอกรอยแยะกับข้างภาชนะที่รองรับ<br>ของ เหลว                            | 0.22        | 0.42 | 0.26         | 0.44 | -2.84** |

ตาราง 13 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                     | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z       |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------|
|                                                                           | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |         |
| 5. ทักษะการทดสอบภาพเป็นกรก-เบส<br>ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส              |             |      |              |      |         |
| 5.1 ฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ<br>วางบนกระจกที่สะอาด                   | 0.25        | 0.48 | 0.14         | 0.35 | 1.20    |
| 5.2 ใช้ยางแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะ<br>ที่กระดาษลิตมัส                    | 0.23        | 0.50 | 0.38         | 0.49 | -3.37** |
| 5.3 ทำความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ                                       | 0.25        | 0.43 | 0.17         | 0.38 | 0.89    |
| 6. ทักษะการถ่ายทอดสารเคมีที่เป็นของเหลว                                   |             |      |              |      |         |
| 6.1 เปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ                                                | 0.64        | 0.48 | 0.45         | 0.50 | 1.76    |
| 6.2 ขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน                                | 0.44        | 0.50 | 0.51         | 0.50 | -2.63** |
| 6.3 ในขณะที่รินสารปากขวดสารอยู่ชี้ที่<br>แท่งแก้ว                         | 0.23        | 0.43 | 0.10         | 0.29 | 1.66    |
| 6.4 ป้ายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ                                            | 0.27        | 0.49 | 0.25         | 0.44 | 0.21    |
| 6.5 ปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ                                     | 0.92        | 0.27 | 0.81         | 0.40 | 1.41    |
| 7. ทักษะการคมกลืนสารเคมี                                                  |             |      |              |      |         |
| 7.1 ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก                                         | 0.92        | 0.27 | 0.82         | 0.39 | 1.40    |
| 7.2 ใช้มือโบกให้ไอของสารผ่านเข้าจุก<br>อย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุกไปมา | 0.68        | 0.47 | 0.61         | 0.49 | 0.66    |

ตาราง 13 (ต่อ)

| ทักษะ                                                   | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z       |
|---------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------|
|                                                         | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |         |
| 8. ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลว<br>ในหลอดทดลอง         |             |      |              |      |         |
| 8.1 ใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง                     | 0.81        | 0.40 | 0.86         | 0.35 | -2.61** |
| 8.2 จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียง<br>ประมาณ 45 องศา     | 0.47        | 0.50 | 0.39         | 0.49 | 0.73    |
| 8.3 ขณะให้ความร้อนเป่าผิวไฟอยู่เหนือ<br>ก้นหลอดเล็กน้อย | 0.29        | 0.45 | 0.27         | 0.45 | 0.42    |
| 8.4 หันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคน<br>หรือสิ่งของอื่น ๆ  | 0.77        | 0.43 | 0.89         | 0.32 | -2.66** |

\*\*P < .01 (Z = 2.58)

จากตาราง 13 แสดงว่า ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา  
ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ทางด้านการรกกักกันสู่ลงให้ชด  
กับกระบอกสูบลูกก่อนลงในของเหลว ก่อนอ่านปริมาตรไม่มีฟองอากาศ และระดับสายตา  
ตรงระดับอ่าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและ  
นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้  
กระบอกฉีดยาทางด้านการรกกักกันสู่ลงให้ชดกับกระบอกสูบลูกก่อนลงในของเหลว ก่อนอ่าน  
ปริมาตรไม่มีฟองอากาศ และระดับสายตาตรงระดับอ่าน แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการดู  
ของเหลวโดยที่ปลายหลอดฉีดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเกี่ยวกับค่าของการอ่านค่าได้ถูกต้อง และการเลื่อนคัมมน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเกี่ยวกับค่าของการอ่านค่าได้ถูกต้องและการเลื่อนคัมมน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการปรับศูนย์ก่อนใช้และการใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทางด้านการเป่าเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทางด้านการเป่าเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ แตกต่างกัน ส่วนทักษะด้านการอ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านการพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลมและก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองทางด้านการพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม และก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลวแตกต่างกัน ส่วนทักษะด้านการฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย การหากระดาษกรองให้เปียกแบบกรวย ขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว และปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางด้านการใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะการทดสอบ



ความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสทางด้านการใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัสแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่ใสสะอาดและการทำความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบไม่แตกต่างกัน

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้รินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะทางด้านการรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้รินแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ในขณะที่รินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้วปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ และการบิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการดมกลิ่นสารเคมี ด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุกและการใช้มือโบกให้ไอของสารผ่านเข้าจุกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุกไปมาของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ไม่แตกต่างกัน

ทักษะในการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านการใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง และการหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะทางด้านการใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง และการหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการจับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา และขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย ไม่แตกต่างกัน

13. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้านโดยใช้สถิติแบบซี (Z-test) แสดงได้ดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้านโดยใช้สถิติแบบซี

| ทักษะ                                                         | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z       |
|---------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------|
|                                                               | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |         |
| 1. ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลว<br>โดยใช้กระบอกตวง            |             |      |              |      |         |
| 1.1 กดก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกตวง<br>ก่อนจุ่มลงในของเหลว      | 0.98        | 0.15 | 0.97         | 0.18 | 0.23    |
| 1.2 ูกของเหลวโดยที่ปลายหลอดตวง<br>อยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ | 0.93        | 0.25 | 1.00         | 0.00 | -2.94** |
| 1.3 ก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ                          | 0.26        | 0.44 | 0.28         | 0.45 | -2.66** |
| 1.4 ระดับสายตาทองชี้ที่อ่าน                                   | 0.04        | 0.21 | 0.21         | 0.41 | -2.75** |
| 2. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้<br>เครื่องชั่งชนิดจานเดียว      |             |      |              |      |         |
| 2.1 ปรับศูนย์ก่อนใช้                                          | 0.11        | 0.31 | 0.22         | 0.42 | -3.08** |
| 2.2 ใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง                         | 0.11        | 0.31 | 0.33         | 0.47 | -2.60** |
| 2.3 อ่านค่าได้ถูกต้อง                                         | 0.28        | 0.46 | 0.29         | 0.44 | -2.69** |
| 2.4 เลื่อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ                        | 0.33        | 0.47 | 0.28         | 0.45 | 0.39    |

ตาราง 14 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                 | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z       |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------|
|                                                                       | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |         |
| 3. ทักษะการวัดอุณหภูมิของช่อง หลอดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์                |             |      |              |      |         |
| 3.1 กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ                            | 0.72        | 0.46 | 0.64         | 0.48 | 0.61    |
| 3.2 ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง                               | 0.46        | 0.50 | 0.45         | 0.50 | 0.07    |
| 3.3 เมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของ หลอดในเทอร์โมมิเตอร์ | 0.57        | 0.50 | 0.55         | 0.50 | 0.14    |
| 3.4 เมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่                     | 0.22        | 0.42 | 0.28         | 0.45 | -2.66** |
| 4. ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง                                         |             |      |              |      |         |
| 4.1 พับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม                   | 0.11        | 0.31 | 0.24         | 0.43 | -2.87** |
| 4.2 ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย                                          | 0.20        | 0.41 | 0.21         | 0.41 | -3.09** |
| 4.3 ทำกระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย                                       | 0.17        | 0.38 | 0.21         | 0.41 | -3.36** |
| 4.4 ขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว                                         | 0.04        | 0.21 | 0.26         | 0.44 | -2.89** |
| 4.5 ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น                     | 0.22        | 0.42 | 0.22         | 0.42 | 0.00    |
| 4.6 ก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของ หลอด                          | 0.17        | 0.38 | 0.22         | 0.42 | -2.94** |

ตาราง 14 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                           | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z       |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|---------|
|                                                                                 | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |         |
| 5. ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส<br>ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส                   |             |      |              |      |         |
| 5.1 ฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ<br>วางบนกระดาษที่สะอาด                        | 0.17        | 0.38 | 0.26         | 0.44 | -2.78** |
| 5.2 ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมา<br>แตะที่กระดาษลิตมัส                         | 0.22        | 0.42 | 0.24         | 0.43 | -3.04** |
| 5.3 ทำความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ                                             | 0.22        | 0.42 | 0.21         | 0.41 | 0.09    |
| 6. ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว                                          |             |      |              |      |         |
| 6.1 เปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ                                                      | 0.61        | 0.49 | 0.38         | 0.49 | 1.68    |
| 6.2 ขณะรินสารป้ายข้อสารต้นเข้าหาตัวผู้ริน                                       | 0.48        | 0.51 | 0.47         | 0.50 | 0.14    |
| 6.3 ในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับ<br>แท่งแก้ว                                  | 0.11        | 0.31 | 0.16         | 0.36 | -3.05** |
| 6.4 ปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ                                                  | 0.20        | 0.41 | 0.17         | 0.38 | 0.27    |
| 6.5 ปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ                                           | 0.93        | 0.25 | 0.64         | 0.37 | 1.08    |
| 7. ทักษะการคมกลืนสารเคมี                                                        |             |      |              |      |         |
| 7.1 ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุ่ม                                              | 0.91        | 0.28 | 0.97         | 0.18 | -2.93** |
| 7.2 ใช้มือโบกให้ไอของสารผ่านเข้าจมูก<br>อย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจมูก<br>ไปมา | 0.80        | 0.40 | 0.57         | 0.50 | 1.83    |

ตาราง 14 (ต่อ)

| ทักษะ                                                  | นักเรียนชาย |      | นักเรียนหญิง |      | Z      |
|--------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|--------|
|                                                        | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$    | S    |        |
| 8. ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลว<br>ในหลอดทดลอง        |             |      |              |      |        |
| 8.1 ใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง                    | 0.74        | 0.44 | 0.57         | 0.50 | 1.29   |
| 8.2 จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียง<br>ประมาณ 45 องศา    | 0.30        | 0.47 | 0.38         | 0.49 | 2.62** |
| 8.3 ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือ<br>ก้นหลอดเล็กน้อย   | 0.32        | 0.47 | 0.17         | 0.38 | 1.25   |
| 8.4 หันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคน<br>หรือสิ่งของอื่น ๆ | 0.87        | 0.34 | 0.62         | 0.49 | 2.17   |

$$**P < .01 \quad (Z = 2.58)$$

จากตาราง 14 แสดงว่า ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกจิกยา  
ในด้านการผูกของเหลวโดยที่ปลายหลอดจิกยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ ก่อนอ่านปริมาตร  
ต้องไม่มีฟองอากาศ และระดับสายตาตรงซีกอ่าน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะ  
การวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกจิกยาทางด้านการผูกของเหลวโดยที่ปลายหลอดจิกยา  
อยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ ก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ และระดับสายตาตรงซีกอ่าน  
แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการกดก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกสูบก่อนจุ่มลงในของเหลว  
ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดมวลสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียวทางด้านการปรับศูนย์ก่อนใช้ การใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง การอ่านค่าได้ถูกต้อง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะทางด้านการใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง การอ่านค่าได้ถูกต้อง และการปรับศูนย์ก่อนใช้แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการเลื่อนค้อนนำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทางด้านเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาดูอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านการพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวย เหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย ทากระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย ขณะกรองรินสารผ่านแหงแก้ว และก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองทางด้านการพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวย เหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย ทากระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย ขณะกรองรินสารผ่านแหงแก้ว และก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านปลายแหงแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้นไม่แตกต่างกัน

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสทางด้านการฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระดาษจที่สะอาด ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชาย

และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางด้านการฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส แยกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการหาความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว แยกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว แยกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน ปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการดมกลิ่นสารเคมี ด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการดมกลิ่นสารทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก แยกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการใช้มือโบกให้ไอของสารผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจมูกไปมา ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านจับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา แยกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองทางด้านจับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา แยกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

14. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้านโดยใช้สถิติแบบซี แสดงได้ดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้านโดยใช้สถิติแบบซี

| ทักษะ                                                                | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                      | $\bar{X}$            | S    | $\bar{X}$            | S    |         |
| 1. ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้<br>กระบอกจิกยา                 |                      |      |                      |      |         |
| 1.1 ถูกล้างส้อมลงให้ชิดกับกระบอกส้อมก่อน<br>จุ่มลงในของเหลว          | 0.98                 | 0.15 | 0.97                 | 0.17 | 0.50    |
| 1.2 ถูกล้างของเหลวโดยที่ปลายหลอดจิกยา<br>อยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ | 1.00                 | 0.00 | 0.97                 | 0.17 | 1.73    |
| 1.3 ถอนอ่านปริมาตรก่อนไม่มีฟองอากาศ                                  | 0.20                 | 0.40 | 0.27                 | 0.46 | -2.62** |
| 1.4 ระดับสายตาดตรงขีดอ่าน                                            | 0.22                 | 0.41 | 0.25                 | 0.34 | -2.64** |
| 2. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่ง<br>ชนิดจานเดียว             |                      |      |                      |      |         |
| 2.1 ปรับศูนย์ก่อนใช้                                                 | 0.20                 | 0.40 | 0.17                 | 0.38 | 0.64    |
| 2.2 ใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่ชั่ง                                  | 0.18                 | 0.39 | 0.23                 | 0.42 | -3.00** |
| 2.3 อ่านค่าไถ่ถูกต้อง                                                | 0.25                 | 0.44 | 0.29                 | 0.46 | -2.73** |
| 2.4 เลื่อนตมน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ                             | 0.21                 | 0.41 | 0.30                 | 0.46 | -2.67** |



ตาราง 15 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                    | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                          | $\bar{X}$            | S    | $\bar{X}$            | S    |         |
| 3. ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้<br>เทอร์โมมิเตอร์                 |                      |      |                      |      |         |
| 3.1 กระจายเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัส<br>กับภาชนะ                            | 0.69                 | 0.41 | 0.77                 | 0.47 | -2.86** |
| 3.2 ตรวจจับอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ที่ตั้งตรง                              | 0.47                 | 0.42 | 0.45                 | 0.40 | 0.60    |
| 3.3 เมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับ<br>เดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ | 0.62                 | 0.49 | 0.66                 | 0.50 | -2.65** |
| 3.4 เมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บ<br>เข้าที่                    | 0.47                 | 0.50 | 0.45                 | 0.44 | 0.37    |
| 4. ทักษะการกรอกรวดกระดาษกรอง                                             |                      |      |                      |      |         |
| 4.1 พับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือ<br>หนึ่งในสี่ของวงกลม                  | 0.23                 | 0.42 | 0.21                 | 0.39 | 0.40    |
| 4.2 ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย                                             | 0.18                 | 0.39 | 0.20                 | 0.40 | -2.59** |
| 4.3 ทำกระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย                                          | 0.21                 | 0.41 | 0.24                 | 0.40 | -2.60** |
| 4.4 ขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว                                            | 0.14                 | 0.35 | 0.16                 | 0.37 | -2.74** |
| 4.5 ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรอง<br>ก้นที่หนาสามชั้น                     | 0.23                 | 0.42 | 0.26                 | 0.42 | -2.79** |
| 4.6 ก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับ<br>ของเหลว                          | 0.24                 | 0.43 | 0.20                 | 0.40 | 0.80    |

ตาราง 15 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                         | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                               | $\bar{X}$            | S    | $\bar{X}$            | S    |         |
| 5. ทักษะการทดสอบความเป็นกรก-เบสของ<br>ของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส                 |                      |      |                      |      |         |
| 5.1 ฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ<br>วางบนกระจกที่สะอาด                       | 0.18                 | 0.39 | 0.22                 | 0.42 | -2.80** |
| 5.2 ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมา<br>แตะที่กระดาษลิตมัส                       | 0.22                 | 0.47 | 0.23                 | 0.42 | -2.78** |
| 5.3 ทาความสะอาดแท่งแก้วหลังการ<br>ทดสอบ                                       | 0.20                 | 0.41 | 0.26                 | 0.41 | -2.60** |
| 6. ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว                                        |                      |      |                      |      |         |
| 6.1 เปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ                                                    | 0.53                 | 0.50 | 0.48                 | 0.50 | 0.80    |
| 6.2 ขณะรินสารป้ายข้อสารหันเข้าหา<br>ตัวผู้ริน                                 | 0.48                 | 0.50 | 0.47                 | 0.50 | 0.16    |
| 6.3 ในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับ<br>แท่งแก้ว                                | 0.65                 | 0.37 | 0.78                 | 0.44 | -2.69** |
| 6.4 ปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ                                                | 0.20                 | 0.44 | 0.18                 | 0.39 | 0.39    |
| 6.5 ปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ                                         | 0.86                 | 0.35 | 0.88                 | 0.32 | -2.80** |
| 7. ทักษะการกลมกลืนสารเคมี                                                     |                      |      |                      |      |         |
| 7.1 ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก                                             | 0.86                 | 0.34 | 0.94                 | 0.23 | -2.71** |
| 7.2 ใช้มือโอบให้โอของสารผ่านเข้าจุก<br>อย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุก<br>ไปมา | 0.64                 | 0.48 | 0.67                 | 0.47 | -2.61** |

ตาราง 15 (ต่อ)

| ทักษะ                                                  | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|--------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                        | $\bar{X}$            | S    | $\bar{X}$            | S    |         |
| 8. ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวใน<br>หลอดทดลอง        |                      |      |                      |      |         |
| 8.1 ใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง                    | 0.63                 | 0.37 | 0.74                 | 0.48 | -2.81** |
| 8.2 จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียง<br>ประมาณ 45 องศา    | 0.42                 | 0.50 | 0.35                 | 0.48 | 1.15    |
| 8.3 ชะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือ<br>ก้นหลอดเล็กน้อย    | 0.27                 | 0.45 | 0.29                 | 0.43 | -2.67** |
| 8.4 หันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือ<br>สิ่งของอื่น ๆ | 0.63                 | 0.38 | 0.73                 | 0.44 | -2.92** |

\*\* P < .01 (Z = 2.58)

จากตาราง 15 แสดงว่า ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกลดดีดยา ทางด้านก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ และระดับสายตาตรงซีกอ่าน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางมีทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกลดดีดยาทาง ด้านก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ และระดับสายตาตรงซีกอ่านแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านกลั่นกรองผลให้ซีกกับกระบอกลดดีดก่อนจุ่มลงในของเหลว และดูของเหลวโดยที่ปลายหลอดดีดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง อ่านค่าได้ถูกต้อง และเลื่อนตุ้มน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนใน

โรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางมีทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านใช้ภาษาหรือการระคายของสารที่จะชั่ง อ่านค่าได้ถูกต้อง และคํานํานักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านปรับศูนย์ก่อนใช้ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ และเมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางมีทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ และเมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย ทำกระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย ขณะกรองรินสารผ่านแหงแก้ว และปลายแหงแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางมีทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองทางด้านฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย หากกระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย ขณะกรองรินสารผ่านแหงแก้ว และปลายแหงแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้นแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหนือหนึ่งในสี่ของวงกลม และก้านกรวยแตะกับภาชนะที่รองรับของเหลวไม่แตกต่างกัน

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางด้านฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด ใช้แหงแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส และหาความสะอาดแหงแก้วหลังการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่

และขนาดกลาง มีทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางด้านฝึกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส และหาความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ แยกต่างหาก

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางมีทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลวทางด้านในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ขณะรินสารป้ายชื่อสารบนเข้าหาตัวผู้ริน และปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะไม่แตกต่างกัน

ทักษะการคมกลิ่นสารเคมี ทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก และใช้มือโบกให้อากาศของสารผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุกไปมาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางมีทักษะการคมกลิ่นสารเคมีทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก และใช้มือโบกให้อากาศของสารผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจุกไปมาแตกต่างกัน

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางมีทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองทางด้านใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ แยกต่างหาก ส่วนทักษะทางด้านจับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา ไม่แตกต่างกัน

15. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลาง จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี (Z-test) แสดงได้ดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลาง จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี

| ทักษะ                                                          | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                | $\bar{X}$            | S    | $\bar{X}$            | S    |         |
| 1. ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลว<br>โดยใช้กระบอกตวง             |                      |      |                      |      |         |
| 1.1 ถัก้านตวงลงให้ชิดกับกระบอกตวง<br>ก่อนจุ่มลงในของเหลว       | 0.95                 | 0.22 | 0.98                 | 0.15 | -2.65** |
| 1.2 ถักของเหลวโดยที่ปลายหลอดตวง<br>อยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ | 1.00                 | 0.00 | 0.93                 | 0.25 | 1.94    |
| 1.3 ถักอ่านปริมาตรของไม่มีฟองอากาศ                             | 0.14                 | 0.35 | 0.26                 | 0.44 | -2.74** |
| 1.4 ระดับสายตาดตรงซีดอ่าน                                      | 0.17                 | 0.37 | 0.04                 | 0.21 | 1.80    |
| 2. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้<br>เครื่องชั่งชนิดจานถัก         |                      |      |                      |      |         |
| 2.1 ปรักศูนย์ก่อนใช้                                           | 0.25                 | 0.43 | 0.11                 | 0.31 | 1.43    |
| 2.2 ใช้ถักขณะหรือถักระถักของสารที่ถักจะชั่ง                    | 0.21                 | 0.41 | 0.11                 | 0.31 | 1.07    |
| 2.3 ถักอ่านถักได้ถักถัก                                        | 0.25                 | 0.43 | 0.28                 | 0.46 | -2.76** |
| 2.4 ถักถักถักถักถักถักที่เมื่อชั่งเสร็จ                        | 0.19                 | 0.40 | 0.33                 | 0.47 | -2.72** |

ตาราง 16 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                        | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                              | $\bar{X}$            | S    | $\bar{X}$            | S    |         |
| 3. ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้<br>เทอร์โมมิเตอร์                     |                      |      |                      |      |         |
| 3.1 กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัส<br>กับภาชนะ                               | 0.78                 | 0.42 | 0.72                 | 0.46 | 0.52    |
| 3.2 ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง                                      | 0.75                 | 0.43 | 0.46                 | 0.50 | 2.35    |
| 3.3 เมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาคืออยู่ในระดับ<br>เกี่ยวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ | 0.65                 | 0.48 | 0.57                 | 0.50 | 0.62    |
| 3.4 เมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้ง<br>จึงเก็บเข้าที่                        | 0.53                 | 0.50 | 0.22                 | 0.42 | 2.63**  |
| 4. ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง                                                |                      |      |                      |      |         |
| 4.1 พับกระดาษกรองเป็นรูปกรวย<br>เหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม                      | 0.17                 | 0.37 | 0.11                 | 0.31 | 1.79    |
| 4.2 ตีกลมกระดาษกรองเล็กน้อย                                                  | 0.19                 | 0.40 | 0.20                 | 0.41 | -3.10** |
| 4.3 ทำกระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย                                              | 0.25                 | 0.43 | 0.17                 | 0.38 | 0.75    |
| 4.4 ขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว                                                | 0.18                 | 0.39 | 0.04                 | 0.21 | 1.90    |
| 4.5 ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรอง<br>ด้านที่หนาสามชั้น                        | 0.23                 | 0.43 | 0.22                 | 0.42 | 0.09    |
| 4.6 ก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่<br>รองรับของเหลว                              | 0.22                 | 0.42 | 0.17                 | 0.78 | 0.48    |

ตาราง 16 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                           | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                                 | X                    | S    | X                    | S    |         |
| 5. ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส<br>ของของเหลววัยกระคายลิตมัส                    |                      |      |                      |      |         |
| 5.1 ฉีกกระคายลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ<br>วางบนกระจกที่สะอาด                         | 0.25                 | 0.48 | 0.17                 | 0.38 | 0.72    |
| 5.2 ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมา<br>แตะที่กระคายลิตมัส                         | 0.23                 | 0.50 | 0.22                 | 0.42 | 0.08    |
| 5.3 ทำความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ                                             | 0.25                 | 0.43 | 0.22                 | 0.42 | 0.27    |
| 6. ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว                                          |                      |      |                      |      |         |
| 6.1 เปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ                                                      | 0.64                 | 0.48 | 0.61                 | 0.49 | 0.24    |
| 6.2 ฉะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน                                       | 0.44                 | 0.50 | 0.48                 | 0.51 | -2.60** |
| 6.3 ในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับ<br>แท่งแก้ว                                  | 0.23                 | 0.43 | 0.11                 | 0.31 | 1.26    |
| 6.4 ปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ                                                  | 0.27                 | 0.49 | 0.20                 | 0.41 | 0.64    |
| 6.5 ปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ                                           | 0.92                 | 0.27 | 0.93                 | 0.25 | -3.15** |
| 7. ทักษะการดมกลิ่นสารเคมี                                                       |                      |      |                      |      |         |
| 7.1 ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก                                               | 0.92                 | 0.27 | 0.91                 | 0.28 | 0.14    |
| 7.2 ใช้มือโยกให้ไอของสารผ่านเข้าจมูก<br>อย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจมูก<br>ไปมา | 0.68                 | 0.47 | 0.80                 | 0.40 | -3.07** |



ตาราง 16 (ต่อ)

| ทักษะ                                                 | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|-------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                       | $\bar{X}$            | S    | $\bar{X}$            | S    |         |
| ๔. ทักษะการให้ความร้อนแกของเหลว<br>ในหลอดทดลอง        |                      |      |                      |      |         |
| 8.1 ใส่ของเหลวไปเกินครึ่งหลอดทดลอง                    | 0.81                 | 0.40 | 0.74                 | 0.44 | 0.63    |
| 8.2 จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียง<br>ประมาณ 45 องศา   | 0.47                 | 0.50 | 0.30                 | 0.47 | 3.41**  |
| 8.3 ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือ<br>ก้นหลอดเล็กน้อย  | 0.29                 | 0.45 | 0.32                 | 0.47 | -3.25** |
| 8.4 หันปากหลอดไปทางคานที่ไม่มีคน<br>หรือสิ่งของอื่น ๆ | 0.77                 | 0.43 | 0.87                 | 0.34 | -3.01** |

$$**P < .01 \quad (Z = 2.58)$$

จากตาราง 16 แสดงว่า ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกลีดยาทางด้านการรกกักกันสุบลงให้ชิดกับกระบอกลีดยาก่อนจุ่มลงในของเหลวและก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกลีดยาทางด้านการรกกักกันสุบลงให้ชิดกับกระบอกลีดยาก่อนจุ่มลงในของเหลว และก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการดูของเหลวโดยที่ปลายหลอดลียาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ และระดับสายตาตรงที่อ่านไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านการอ่านค่า ได้ถูกต้องและเลื่อนคัมน์น้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านการอ่านค่าได้ถูกต้องและเลื่อนคัมน์น้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านปริบศูนย์ก่อนใช้ และใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทางด้านเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาดูอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านการฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองทางด้านการฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อยแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม ทากกระดาษกรองให้เปียกแบบกรวย ขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น และก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางด้านการฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส และทำความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบของนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้รินและปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ และนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านการเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว และปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการดมกลิ่นสารเคมี ด้านใช้มือโหมกให้อากาศผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจมูกไปมา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ และนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการดมกลิ่นสารทางด้านใช้มือโหมกให้อากาศผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจมูกไปมาแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านการจับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองทางด้านการจับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง ไม่แตกต่างกัน

16. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลาง จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี (Z-test) แสดงได้ดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลางจากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี

| ทักษะ                                                           | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                 | X                    | S    | X                    | S    |         |
| 1. ทักษะการวัดปริมาณของของเหลว<br>โดยใช้กระบอกจิกยา             |                      |      |                      |      |         |
| 1.1 กกก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกสูบ<br>ก่อนจุ่มลงในของเหลว        | 1.00                 | 0.00 | 0.97                 | 0.18 | 1.32    |
| 1.2 ดูของเหลวโดยที่ปลายหลอดจิกยา<br>อยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ | 1.00                 | 0.00 | 1.00                 | 0.00 | 0.00    |
| 1.3 กอนอ่านปริมาณของไม่มีฟองอากาศ                               | 0.25                 | 0.44 | 0.28                 | 0.45 | -2.79** |
| 1.4 ระดับสายตาตรงชี้ค่าน                                        | 0.26                 | 0.44 | 0.21                 | 0.41 | 0.49    |
| 2. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้<br>เครื่องชั่งชนิดความเคียว       |                      |      |                      |      |         |
| 2.1 ปรับศูนย์ก่อนใช้                                            | 0.16                 | 0.37 | 0.22                 | 0.42 | -2.65** |
| 2.2 ใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง                           | 0.16                 | 0.37 | 0.33                 | 0.47 | -2.67** |
| 2.3 อ่านค่าได้ถูกต้อง                                           | 0.26                 | 0.44 | 0.29                 | 0.46 | -2.68** |
| 2.4 เลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ                      | 0.22                 | 0.42 | 0.28                 | 0.45 | -2.98** |

ตาราง 17 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                    | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                          | $\bar{X}$            | S    | $\bar{X}$            | S    |         |
| 3. ทักษะการวัดอุณหภูมิของเหลวโดยใช้<br>เทอร์โมมิเตอร์                    |                      |      |                      |      |         |
| 3.1 กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับ<br>ภาชนะ                           | 0.81                 | 0.40 | 0.64                 | 0.48 | 1.59    |
| 3.2 ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง                                  | 0.80                 | 0.41 | 0.45                 | 0.50 | 3.24**  |
| 3.3 เพื่อด่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับ<br>เดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ | 0.59                 | 0.49 | 0.55                 | 0.50 | 0.40    |
| 3.4 เมื่อใช้เล็งข้างและเข็มนาฬิกา<br>จึงเก็บเข้าที่                      | 0.60                 | 0.49 | 0.28                 | 0.45 | 2.89**  |
| 4. ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง                                            |                      |      |                      |      |         |
| 4.1 กับกระดาษกรองเป็นรูปกรวย<br>เหลือน้ำในสีของวงกลม                     | 0.28                 | 0.45 | 0.24                 | 0.43 | 0.38    |
| 4.2 ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย                                             | 0.17                 | 0.38 | 0.21                 | 0.41 | -3.43** |
| 4.3 หากกระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย                                         | 0.18                 | 0.39 | 0.21                 | 0.41 | -3.31** |
| 4.4 ขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว                                            | 0.11                 | 0.32 | 0.26                 | 0.44 | -2.62** |
| 4.5 ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรอง<br>ด้านที่หน้าสามชั้น                   | 0.23                 | 0.42 | 0.22                 | 0.42 | 0.10    |
| 4.6 ก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่<br>รองรับของเหลว                          | 0.26                 | 0.44 | 0.22                 | 0.42 | 0.39    |

ตาราง 17 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                              | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z       |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|---------|
|                                                                                    | X                    | S    | X                    | S    |         |
| 5. ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส<br>ของของเหลวความกระด้างลิตมัส                     |                      |      |                      |      |         |
| 5.1 จี๊กกระด้างลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ<br>วางบนกระจกที่สะอาด                          | 0.14                 | 0.35 | 0.26                 | 0.44 | -3.26** |
| 5.2 ใช้แท่งแก้วของเหลวและนำมา<br>แตะที่กระดาษลิตมัส                                | 0.38                 | 0.49 | 0.24                 | 0.43 | 1.28    |
| 5.3 ทาความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ                                                | 0.17                 | 0.38 | 0.21                 | 0.41 | -2.83** |
| 6. ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว                                             |                      |      |                      |      |         |
| 6.1 เปิดขวดวางหงายบนโต๊ะ                                                           | 0.45                 | 0.50 | 0.38                 | 0.49 | 0.60    |
| 6.2 ขณะรินสารป้ายมือสารที่เข้าหาตัวผู้ริน                                          | 0.51                 | 0.50 | 0.47                 | 0.50 | 0.34    |
| 6.3 ในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับ<br>แท่งแก้ว                                     | 0.10                 | 0.29 | 0.16                 | 0.36 | -2.77** |
| 6.4 ปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ                                                     | 0.25                 | 0.44 | 0.17                 | 0.38 | 0.83    |
| 6.5 ปิดขวดขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ                                              | 0.81                 | 0.40 | 0.84                 | 0.37 | -2.73** |
| 7. ทักษะการดมกลิ่นสารเคมี                                                          |                      |      |                      |      |         |
| 7.1 ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก                                                 | 0.82                 | 0.39 | 0.97                 | 0.18 | -2.94** |
| 7.2 ใช้มือใบกั้นให้อากาศสารผ่านเข้าจมูก<br>อย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจมูก<br>ไปมา | 0.61                 | 0.49 | 0.57                 | 0.50 | 0.34    |

ตาราง 17 (ต่อ)

| ทักษะ                                                   | โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ |      | โรงเรียน<br>ขนาดกลาง |      | Z      |
|---------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|--------|
|                                                         | X                    | S    | X                    | S    |        |
| 8. ทักษะการให้ความรู้แก่ของเหลว<br>ในหลอดทดลอง          |                      |      |                      |      |        |
| 8.1 ใส่น้ำลงในหลอดทดลอง                                 | 0.86                 | 0.35 | 0.57                 | 0.50 | -2.43  |
| 8.2 จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียง<br>ประมาณ 45 องศา     | 0.39                 | 0.49 | 0.38                 | 0.49 | 0.09   |
| 8.3 ระวังการรั่วของเหลวไฟฟ้ายู่เหนือ<br>กับหลอดเล็กง่าย | 0.27                 | 0.45 | 0.17                 | 0.38 | 1.01   |
| 8.4 ดึงปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคน<br>หรือใจของอื่น ๆ    | 0.89                 | 0.32 | 0.62                 | 0.49 | 2.76** |

\*\*  $p < .01$  ( $Z = 2.58$ )

จากตาราง 17 แสดงว่า ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยาทางคานก่อนอ่านปริมาตร ไม่มีฟองอากาศ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยาทางคานก่อนอ่านปริมาตรไม่มีฟองอากาศแตกต่างกัน ส่วนทักษะการสังเกตการเปลี่ยนแปลงให้สีกับระบบกลไกก่อนจุ่มลงในของเหลวของเหลวโดยที่ปลายหัวฉีดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ และระดับสายตาตรงซีกอ่านไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดงานเดียว ทางคำนำปรัญญ์ก่อนใช้ ใ้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง อ่านค่าได้ถูกต้อง และเลื่อนตุ้มน้ำหนักเข้าที่เมื่อ ชั่งเสร็จ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนหญิงที่เรียน ในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการวัดมวล ของสาร โดยใช้เครื่องชั่งชนิดงานเดียว ทางคำนำปรัญญ์ก่อนใช้ ใ้ภาชนะหรือกระดาษ รองสารที่จะชั่ง อ่านค่าได้ถูกต้องและเลื่อนตุ้มน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ แตกต่างกัน

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ผงค่าขณะวัดอุณหภูมิ เทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และ นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้ เทอร์โมมิเตอร์ ทางคำนำขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและ เช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ ไม่สัมพันธ์กับภาชนะ และเมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านเลือกกระดาษกรองเล็กน้อย ทำ กระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย และขณะกรองรินสารผ่านแหงแก้ว แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และ นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้าน เลือกกระดาษกรองเล็กน้อย ทำกระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย และขณะกรองรินสาร ผ่านแหงแก้ว แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ ของวงกลม ปลายแหงแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น และก้านกรวยแตะกับ ข้างภาชนะที่รองรับของเหลว ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางคำนำ เลือกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระดาษที่สะอาด และทำความสะอาดแหงแก้ว หลังการทดสอบ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนหญิงที่ เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะ



การทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางด้านนี้กระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด และทำความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบแตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัสไม่แตกต่างกัน

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางมีทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลวทางด้านในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านเปิดปากขวดวางหงายบนโต๊ะขณะรินสารป้ายชื่อสารทันทีหาตัวผู้ริน และปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการดมกลิ่นสารเคมี ด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการดมกลิ่นสารทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านใช้มือโบกให้อากาศผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจมูกไปมา ไม่แตกต่างกัน

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ แตกต่างกัน ส่วนทักษะทางด้านใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา และขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย ไม่แตกต่างกัน

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 7 โรงเรียน ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งสรุปผลการศึกษาค้นคว้าตามลำดับชั้นได้ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดกลาง
4. เพื่อสร้างแบบประเมินทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนในแต่ละด้านดังต่อไปนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่แตกต่างกัน
  - 1.1 ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกตวง
  - 1.2 ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว
  - 1.3 ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

- 1.4 ทักษะการกรอกรวยกระต่ายกรอ
- 1.5 ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส
- 1.6 ทักษะการถ่ายเทสาร เคมีที่เป็นของเหลว
- 1.7 ทักษะการค้มกลั่นสาร เคมี
- 1.8 ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง
2. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในแต่ละด้านแตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลางแตกต่างกัน

### วิธีการในการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 269 คน แบ่งออกเป็นนักเรียนชาย 137 คน นักเรียนหญิง 132 คน ซึ่งเลือกโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling)---

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

- 2.1 แบบบันทึกผลการสังเกตทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี
- 2.2 นิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะพื้นฐานในการทดลองทางด้านต่าง ๆ

### 3. วิธีการในการทดลอง

หากการสังเกตพฤติกรรมทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี โดยสังเกตจากนักเรียนที่ได้รับการสุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่างตามรายการสังเกตในแบบบันทึกผลการสังเกตทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี แล้วน่าจะเห็นที่ได้จากการประเมินผลมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าร้อยละของคะแนนการประเมินทักษะแต่ละด้านจากแบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้าน โดยใช้สถิติแบบซี
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ และนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง จากคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้านโดยใช้สถิติแบบซี

### สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง โดยการคำนวณค่าร้อยละจากคะแนนการประเมินทักษะแต่ละด้านพบว่า นักเรียนมีทักษะในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกตวง ทางด้านการกดก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกสูบก่อนจุ่มลงในของเหลวร้อยละ 97.40 และการดูของเหลวโดยที่ปลายกระบอกตวงอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ ร้อยละ 98.88 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ ร้อยละ 22.68 และระดับสายตาตรงกับที่อ่าน ร้อยละ 18.96 อยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านปรับศูนย์ก่อนใช้ ร้อยละ 18.96 ใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง ร้อยละ 20.07 อ่านค่าได้ถูกต้อง ร้อยละ 26.77 และเลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ ร้อยละ 24.16 ซึ่งทุกด้านนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลว โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ ร้อยละ 74.72 อยู่ในเกณฑ์ดี ขณะที่อุณหภูมิ

เทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง ร้อยละ 65.06 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ ร้อยละ 59.48 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ และเมื่อใช้เสร็จแล้วต้องล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ ร้อยละ 44.61 อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง

ทักษะการกรอกร้อยละการกะาะกรอ ทางด้านพันการกะาะกรอเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม ร้อยละ 32.34 ฉีกมุมการกะาะกรอเล็กน้อย ร้อยละ 18.96 ทำการกะาะกรอให้เป็กรวย ร้อยละ 20.45 ขณะกรอกรินสารผ่านแหงแก้ว ร้อยละ 15.24 ปลายแหงแก้วแตะกับการกะาะกรอทางด้านที่หน้าสามชั้น ร้อยละ 22.68 และถ่านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว ร้อยละ 22.68 ซึ่งทุกด้านนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยการกะาะลิทมัส ทางด้านฉีกการกะาะลิทมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด ร้อยละ 20.07 ใช้แหงแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่การกะาะลิทมัส ร้อยละ 27.88 และหาความสะอาดแหงแก้วหลังการทดสอบ ร้อยละ 20.82 ซึ่งทุกด้านนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ร้อยละ 51.67 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ขณะรินสารป้ายข้อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน ร้อยละ 47.58 ในขณะรินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแหงแก้ว ร้อยละ 14.87 และปลายแหงแก้วชิดกับขอบภาชนะ ร้อยละ 23.05 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง ส่วนการบิจุดขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ ร้อยละ 86.99 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

ทักษะการดมกลิ่นสารเคมี ทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก ร้อยละ 89.59 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ใช้มือโบกให้อากาศของสารผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ หรือถือภาชนะผ่านจมูกไปมา ร้อยละ 65.43 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง ร้อยละ 76.21 และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ ร้อยละ 79.18 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ส่วนการจับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา ร้อยละ 39.41 และขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย ร้อยละ 26.39 อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในท่านต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่า ทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละด้านมีดังนี้

2.1 ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา ทางด้านการคำนวณสูงลงให้ชดเชยกับกระบอกสูบก่อนจุ่มลงในของเหลว ลูกของเหลวโดยที่ปลายหลอดฉีดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ และก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ

2.2 ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดความเคียว ทางด้านใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง และอ่านค่าได้ถูกต้อง

2.3 ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่

2.4 ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม และขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว

2.5 ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสทางด้านใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส

2.6 ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่า ทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีดังนี้

3.1 ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา ทางด้านก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ และระดับสายตาตรงขีดอ่าน

3.2 ทักษะการวัดมวลสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง อ่านค่าได้ถูกต้อง และเลื่อนตุ้มน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ

3.3 ทักษะการวัดอุณหภูมิของช่องเหงือกโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้าน กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ และเมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาอยู่ในระดับเดียวกับช่องเหงือกในเทอร์โมมิเตอร์

3.4 ทักษะการกรอกร่องด้วยกระดาษกรอ ทางด้านฉีกมุมกระดาษกรอ เล็กน้อย ทำกระดาษกรอให้เปื่อยนุ่มกรวย ขณะกรอวิ่งสารผ่านแท่งแก้ว และปลาย แท่งแก้วแตะกับกระดาษกรอด้านที่หนาสามชั้น

3.5 ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของช่องเหงือกด้วยกระดาษ ลิทมัสทางด้านฉีกกระดาษลิทมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด ใช้แท่งแก้วจุ่ม ช่องเหงือกและนำมาแตะที่กระดาษลิทมัส ทาความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ

3.6 ทักษะการถ่ายภาพสไลด์ที่เป็นช่องเหงือก ทางด้านในขณะวิ่งสาร ปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อวิ่งสารเสร็จ

3.7 ทักษะการคมกลืนสารเคมี ทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุ่ม และใช้มือโปกให้ไอของสารผ่านเข้าจุ่มอย่างช้า ๆ หรือดีดภาชนะผ่านจุ่ม ไปมา

3.8 ทักษะการให้ความร้อนแก่ช่องเหงือกในหลอดทดลอง ทางด้านใส่ ช่องเหงือกไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้านระหว่าง

4.1 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่

4.2 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง

4.3 นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง

4.4 นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง

ตาราง 18 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของทักษะแต่ละ  
ด้านระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง  
โดยใช้สถิติแบบซี

| ทักษะ                                                                  | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดกลาง | นักเรียนชาย<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง | นักเรียนหญิง<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1. ทักษะการวัดปริมาตร<br>ของของเหลวโดยใช้<br>กระบอกตวง                 |                                         |                                         |                                                    |                                                     |
| 1.1 กักน้ำสูงลงให้<br>ชิดกับกระบอกตวง<br>ก่อนจุ่มลงในของ<br>เหลว       | -2.96 **                                | 0.23                                    | -2.65 **                                           | 1.32                                                |
| 1.2 ดูคของเหลวโดย<br>ที่ปลายหลอดตวง<br>อยู่ต่ำกว่าระดับ<br>ของเหลวเสมอ | 0.00                                    | -2.94 **                                | 1.94                                               | 0.00                                                |
| 1.3 กอนอ่านปริมาตร<br>ต้องไม่มีฟอง<br>อากาศ                            | -2.68 **                                | -2.66 **                                | -2.74 **                                           | -2.79 **                                            |
| 1.4 ระวังสายตาตรง<br>ชี้คอ่าน                                          | -3.00 **                                | -2.75 **                                | 1.80                                               | 0.49                                                |



ตาราง 18 (ต่อ)

| ทักษะ                                                        | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดกลาง | นักเรียนชาย<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง | นักเรียนหญิง<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 2. ทักษะการวัดมวลของ<br>สารโดยใช้เครื่องชั่ง<br>ชนิดจานเดียว |                                         |                                         |                                                    |                                                     |
| 2.1 ปรับศูนย์ถ่วงใช้                                         | 1.00                                    | -3.08 **                                | 1.43                                               | -2.63 **                                            |
| 2.2 ใช้ภาชนะหรือ<br>กระดานรอง<br>สารที่จะชั่ง                | 0.57                                    | -2.60 **                                | 1.07                                               | -2.67 **                                            |
| 2.3 อ่านค่าได้ถูกต้อง                                        | -3.10                                   | -2.69 **                                | -2.76 **                                           | -2.68 **                                            |
| 2.4 เลื่อนค้อนน้ำหนัก<br>เข้าที่เมื่อตั้ง<br>เสร็จ           | -2.83 **                                | 0.39                                    | -2.72 **                                           | -2.98 **                                            |
| 3. ทักษะการวัดอุณหภูมิ<br>ของของเหลวโดยใช้<br>เทอร์โมมิเตอร์ |                                         |                                         |                                                    |                                                     |
| 3.1 กระเปาะ<br>เทอร์โมมิเตอร์<br>ไม่สัมผัสกับ<br>ภาชนะ       | -2.93 **                                | 0.61                                    | 0.52                                               | 1.59                                                |
| 3.2 ขณะวัดอุณหภูมิ<br>เทอร์โมมิเตอร์<br>ตั้งตรง              | -2.64 **                                | 0.07                                    | 2.35                                               | 3.24 **                                             |

ตาราง 18 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                                   | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดกลาง | นักเรียนชาย<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง | นักเรียนหญิง<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 3.3 เมื่ออ่านอุณหภูมิต่อ<br>สายตาอยู่ใน<br>ระดับเดียวกับ<br>ของเหลวใน<br>เทอร์โมมิเตอร์ | 0.56                                    | 0.14                                    | 0.62                                               | 0.40                                                |
| 3.4 เมื่อใช้สรีรจัดวาง<br>และใช้ค้ำให้แห้ง<br>จึงเก็บเข้าที่                            | -2.64 **                                | -2.66 **                                | 2.63**                                             | 2.89 **                                             |
| 4. ทักษะการกรองควย                                                                      |                                         |                                         |                                                    |                                                     |
| 4.1 พับกระดาษกรอง<br>เป็นรูปกรวย<br>เหลือหนึ่งในสี่<br>ของวงกลม                         | -2.60 **                                | -2.87 **                                | 1.79                                               | 0.38                                                |
| 4.2 ฉีกมุมกระดาษ<br>กรองเล็กน้อย                                                        | 0.23                                    | -3.09 **                                | -3.10 **                                           | -3.43 **                                            |
| 4.3 ทากกระดาษกรอง<br>ให้เปียกแนบ<br>กรวย                                                | 0.77                                    | -3.36 **                                | 0.75                                               | -3.31 **                                            |

ตาราง 18 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                 | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดกลาง | นักเรียนชาย<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง | นักเรียนหญิง<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 4.4 ขณะกรอกรินสาร<br>ผ่านแท่งแก้ว                                     | 0.90                                    | -2.89 *                                 | 1.90                                               | -2.62**                                             |
| 4.5 ปลายแท่งแก้ว<br>แตะกับกระดาษ<br>กรองด้านที่หนา<br>สามชั้น         | 0.00                                    | 0.00                                    | 0.09                                               | 0.10                                                |
| 4.6 กานกรวยแตะกับ<br>ข้างภาชนะที่รอง<br>รับของเหลว                    | -2.84 **                                | -2.94**                                 | 0.48                                               | 0.39                                                |
| 5. ทักษะการทดสอบความ<br>เป็นกรด-เบสของ<br>ของเหลวด้วยกระดาษ<br>ลิตมัส |                                         |                                         |                                                    |                                                     |
| 5.1 ฉีกกระดาษลิตมัส<br>เป็นแผ่นเล็ก ๆ<br>วางบนกระดาษ<br>สีขาว         | 1.20                                    | -2.78 *                                 | 0.72                                               | -3.26 **                                            |

ตาราง 18 (ต่อ)

| ทักษะ                                                           | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดกลาง | นักเรียนชาย<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง | นักเรียนหญิง<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 5.2 ใช้แท่งแก้วมุม<br>ของเหลวและ<br>ปริมาณแต่ละ<br>กระชากลิตมัส | -3.37 <sup>*</sup>                      | -3.04 <sup>**</sup>                     | 0.08                                               | 1.28                                                |
| 5.3 ทาความสะอาด<br>แท่งแก้วหลัง<br>การทดสอบ                     | 0.89                                    | 0.09                                    | 0.27                                               | -2.83 <sup>*</sup>                                  |
| 6. ทักษะการถ่ายเทสาร<br>เคมีที่เป็นของเหลว                      |                                         |                                         |                                                    |                                                     |
| 6.1 เปิดฝาขวดวาง<br>หงายบนโต๊ะ                                  | 1.76                                    | 1.68                                    | 0.24                                               | 0.60                                                |
| 6.2 ขณะรินสาร<br>ป้ายข้อสารต้น<br>เข้าหาตัวผู้ริน               | -2.63 <sup>**</sup>                     | 0.14                                    | -2.60 <sup>**</sup>                                | 0.34                                                |
| 6.3 ในขณะรินสาร<br>ปากขวดสารอยู่<br>ชิดกับแท่งแก้ว              | 1.66                                    | -3.05 <sup>**</sup>                     | 1.26                                               | -2.77 <sup>*</sup>                                  |

ตาราง 18 (ต่อ)

| ทักษะ                                                                                     | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดกลาง | นักเรียนชาย<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง | นักเรียนหญิง<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 6.4 ปลายแดงแก้ว<br>ติดกับขอบภาชนะ                                                         | 0.21                                    | 0.27                                    | 0.64                                               | 0.83                                                |
| 6.5 วิกิจุกซวกสาร<br>ทันทีเมื่อรินสาร<br>เสร็จ                                            | 1.41                                    | 1.08                                    | -3.15 <sup>**</sup>                                | -2.73 <sup>*</sup>                                  |
| 7. ทักษะการคนกลืนสาร<br>เคมี                                                              |                                         |                                         |                                                    |                                                     |
| 7.1 ปากภาชนะอยู่<br>ในระดับต่ำกว่า<br>จุ่ม                                                | 1.40                                    | -2.93 <sup>**</sup>                     | 0.14                                               | -2.94 <sup>**</sup>                                 |
| 7.2 ใช้มือโบกให้ไอ<br>ของสารผ่าน<br>เข้าจมูกอย่าง<br>ช้า ๆ หรือถือ<br>ภาชนะมาจุ่ม<br>ไปมา | 0.66                                    | 1.83                                    | -3.07 <sup>**</sup>                                | 0.34                                                |
| 8. ทักษะการให้ความร้อน<br>แกของเหลวใน<br>หลอดทดลอง                                        |                                         |                                         |                                                    |                                                     |

ตาราง 18 (ต่อ)

| ทักษะ                                                            | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดใหญ่ | นักเรียนชาย<br>หญิงโรงเรียน<br>ขนาดกลาง | นักเรียนชาย<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง | นักเรียนหญิง<br>โรงเรียน<br>ขนาดใหญ่และ<br>ขนาดกลาง |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 8.1 ใส่ของเหลว<br>ไม่เกินครึ่ง<br>หลอดทดลอง                      | -2.61 *                                 | 1.29                                    | 0.63                                               | -2.43                                               |
| 8.2 จับหลอดทดลอง<br>ในลักษณะเอียง<br>ประมาณ 45<br>องศา           | 0.73                                    | 2.62 *                                  | 3.41 *                                             | 0.09                                                |
| 8.3 ขณะให้ความร้อน<br>เปลวไฟอยู่เหนือ<br>ก้นหลอดเล็กน้อย         | 0.42                                    | 1.25                                    | -3.25 **                                           | 1.01                                                |
| 8.4 หันปากหลอดไป<br>ทางด้านที่ไม่เป็น<br>คนหรือสิ่งของ<br>อื่น ๆ | -2.66 **                                | 2.17                                    | -3.01 **                                           | 2.76 **                                             |

\*  $P < 0.1$  ( $Z = 2.58$ )

หมายเหตุ \*\* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.1 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีทักษะทางด้านต่าง ๆ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังต่อไปนี้

ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา ทางด้านกดก้านสูบลงให้ติดกับกระบอกสูบก่อนจุ่มลงในของเหลว ก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ และระดับสายตาตรงกับขีดอ่าน

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านอ่านค่าได้ถูกต้องและเลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ

ทักษะการวัดอุณหภูมิของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเป่าให้เสถียรแล้วและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม และก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางด้านใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง และหันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ

4.2 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง มีทักษะทางด้านต่าง ๆ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังต่อไปนี้

ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา ทางด้านกดก้านของเหลวโดยที่ปลายหลอดฉีดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ ก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศและระดับสายตาตรงกับขีดอ่าน

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านปรับศูนย์ก่อนใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง และอ่านค่าได้ถูกต้อง

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านเมื่อใช้  
เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวย  
เหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย ทำกระดาษกรองให้เป็นแถบกรวย  
ขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว และก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส  
ทางด้านฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระดาษที่สะอาด ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลว  
แล่นามาแตะที่กระดาษลิตมัส

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านในขณะรินสารปากขวดสาร  
อยู่ชิดกับแท่งแก้ว

ทักษะการดมกลิ่นสารเคมี ทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุ่มก

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านจับหลอด

ทดลองในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา

4.3 นักเรียนชายที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง มีทักษะทาง  
ด้านต่าง ๆ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังต่อไปนี้

ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา ทางด้านกด  
ก้านสูบลงให้ชิดกับกระบอกสูบก่อนจุ่มลงในของเหลว และก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านอ่านค่า  
ได้ถูกต้องและเลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านเมื่อใช้  
เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านขณะรินสารป้ายข้อสารหัน  
เข้าหาตัวผู้รินและปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านจับหลอดทดลองใน  
ลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา ขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอดเล็กน้อย และหัน  
ปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ



4.4 นักเรียนหญิงที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง มีทักษะทาง  
 ด้านต่าง ๆ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังต่อไปนี้

ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกลีดยา ทางด้านก่อนอ่าน  
 ปริมาตร ต้องไม่มีฟองอากาศ

ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทางด้านปรับศูนย์  
 ก่อนใช้ ใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่ง อ่านค่าได้ถูกต้อง และเลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่  
 เมื่อชั่งเสร็จ

ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทางด้านขณะวัด  
 อุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่

ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทางด้านเลือกกระดาษกรองเล็กน้อย ทำ  
 กระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย และขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว

ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส ทางด้าน  
 เลือกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาดและหาความสะอาดแท่งแก้วหลังการ  
 ทดสอบ

ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านในขณะรินสารปากขวดสาร  
 อยู่ชิดกับแท่งแก้ว และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ

ทักษะการกมกลืนสารเคมี ทางด้านปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจุก

ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านหันปากหลอดไป  
 ทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ

### อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

1. จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียน  
 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกลีดยาทางด้าน  
 ก่อนอ่านปริมาตร ต้องไม่มีฟองอากาศ และระดับสายคาทรจี้ดอ่าน ทักษะการวัดมวลของสาร  
 โดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลว โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทาง  
 ด้านเมื่อใช้เสร็จแล้วต้องล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง  
 ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสและทักษะการถ่ายเทสารเคมี

ที่เป็นของเหลวทางค่านขณะรินสารป้ายข้อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน ในขณะที่รินสารปากขวดสาร อยู่ชิดกับแท่งแก้วและปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะอยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะ

1.1 ในการปฏิบัติการทดลองครูผู้สอนอาจจะไม่ได้บอกให้นักเรียนทราบถึง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองแต่ละครั้ง ทำให้นักเรียนทำการทดลองไม่ตรงจุด ประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งมีผลให้นักเรียนขาดทักษะปฏิบัติในการทดลองแต่ละครั้ง ดังนั้น การที่นักเรียนรู้ถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจะทำให้ให้นักเรียนทำการทดลองได้ตรงจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมและตั้งใจทำ ยังผลให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติในการทดลองดีกว่าเมื่อเทียบกับ นักเรียนที่ทำการทดลองไปโดยไม่รู้จักจุดประสงค์ว่าทำเพื่ออะไร ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ โกเอล (Goel, 1981 : 646) ที่พบว่า นักเรียนที่รู้จักจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการ ทดลอง มีทักษะปฏิบัติในการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่รู้จักจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.2 วิธีการประเมินผลในวิชาวิทยาศาสตร์ การประเมินผลวิชา วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 กำหนดการเก็บคะแนนส่วนหนึ่ง จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเรียนหรือขณะทำการปฏิบัติการทดลอง (กรมวิชาการ 2521 : 49 - 52) ครูอาจไม่ได้ปฏิบัติ เพียงแต่เก็บคะแนนจากรายงานการทดลอง การสอบข้อเขียน ทั้งครูและนักเรียนจึงละเลยการฝึกทักษะปฏิบัติในการทดลอง เพราะถือว่าไม่มีคะแนนจาก กิจกรรมการเรียนการสอนส่วนนี้ ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าหาการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ของ สิรินทร สุนทรากิวัฒน์ (สิรินทร สุนทรากิวัฒน์ 2526 : 63) พบว่า การประเมินผลด้าน ทักษะการปฏิบัติ เช่น การเลือกใช้เครื่องมือ การหยิบจับเครื่องมือ ครูบางคนไม่ทำเพราะ มีสาเหตุจาก จำนวนเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีไม่เพียงพอ จำนวนนักเรียนในแต่ละห้องมี มากเกินไป ครูไม่มีเวลาในการประเมินผลด้านทักษะการปฏิบัติ เครื่องมือขาดประสิทธิภาพ และสภาพห้องเรียนไม่เหมาะสมเมื่อครูส่วนหนึ่งไม่เห็นความสำคัญของการฝึกฝนทักษะปฏิบัติใน การทดลองก็อาจจะมีผลให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติในการทดลองอยู่ในเกณฑ์ต่ำด้วย

1.3 ครูผู้สอน ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จุดมุ่งหมายหนึ่ง เพื่อให้นักเรียนมีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งหมายถึง ทักษะในการหยิบจับเครื่องมือ การสังเกต ตลอดจนวิธีแสวงหาความรู้ แต่ครูผู้สอนมุ่งฝึกฝนนักเรียน เพื่อให้สอบเรียนต่อ

ในมหาวิทยาลัย (นิกา สะเพียรชัย 2524 : 21) จึงละเลยที่จะฝึกฝนทักษะสำคัญดังกล่าว นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่มีจุดมุ่งหมายในการสอนต่างกันก็น่าที่จะมีทักษะปฏิบัติในการทดลองแตกต่างกันคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่มุ่งฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้า ก็จะมีแนวโน้มให้คำแนะนำการใช้อุปกรณ์และเทคนิคการทดลองที่ถูกต้องแก่นักเรียน ซึ่งจะช่วยให้เขามีทักษะปฏิบัติในการทดลองเป็นอย่างดีถึงผลการวิจัยของ อุดมพงษ์ วัฒนเสรี (อุดมพงษ์ วัฒนเสรี 2517 : 9) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการแนะนำการใช้อุปกรณ์ก่อนทำการทดลองทุกครั้งจะมีทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการแนะนำการใช้อุปกรณ์ก่อนทำการทดลอง

2. จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนในแต่ละด้านพบว่า

2.1 นักเรียนมีทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกจิกยาทางด้านการอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ และระมัดระวังการชั่งชั่งอ่าน อยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง ทั้งนี้เป็นเพราะก่อนใช้กระบอกจิกยานักเรียนไม่ได้กดด้านลบลงให้แนบสนิทกับกระบอกจิกยา เพื่อไล่ฟองอากาศออกให้หมด ดังนั้นเมื่ออุดของเหลวขึ้นมาซึ่งมีฟองอากาศอยู่เป็นจำนวนเล็กน้อย และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเคยชินกับการอ่านปริมาตรโดยที่ไม่ได้อยู่ในระดับเดียวกับสายตา ซึ่งครูควรจะมีคำแนะนำให้นักเรียนมีวิธีการที่ถูกคือคือไป

2.2 นักเรียนมีทักษะการใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียวทุก ๆ ด้านอยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนขาดการฝึกฝนทักษะทางด้านนี้ และจำนวนเครื่องชั่งในห้องเรียนมีจำนวนน้อย ซึ่งครูผู้สอนควรที่จะฝึกหัดให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านนี้ให้มาก

2.3 นักเรียนมีทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทางด้านเมื่อใช้เสร็จต้องล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง ซึ่งครูผู้สอนจะต้องคอยกำกับในเรื่องนี้แก่นักเรียนด้วย

2.4 นักเรียนมีทักษะการกรองด้วยกระดาษกรองในทุก ๆ ด้านอยู่ในเกณฑ์ที่ยังต้องแก้ไขปรับปรุง นักเรียนส่วนใหญ่จะพับกระดาษกรองและกรองของผสมในลักษณะที่ตนเองถนัดที่สุด โดยไม่ได้มีการคำนึงถึงวิธีการที่ถูกคือ ซึ่งควรแก้ไขโดยที่ครูควรแสดงถึงวิธีการพับกระดาษกรองและการกรองที่ถูกคือนักเรียนถูกสอนจนต้องทำตามครูทดลอง

2.5 นักเรียนมีทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัสทุก ๆ ด้านอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง นักเรียนจะใช้กระดาษลิตมัสทั้งแผ่นจุ่มลงไปในการละลายเพื่อทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ซึ่งครูผู้สอนควรมีการแนะนำถึงวิธีการใช้กระดาษลิตมัสที่ถูกต้องก่อนลงมือทำการทดลองทุกครั้ง

2.6 นักเรียนมีทักษะการถ่ายเทสาร เคมีที่เป็นของเหลว ทางด้านขณะรินสาร หันป้ายชื่อสาร เข้าหาตัวผู้ริน ปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้วในขณะรินสาร และปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง ซึ่งครูควรสาธิตให้นักเรียนดูก่อนทำการทดลองทุกครั้ง

2.7 นักเรียนมีทักษะการคนกลิ่นสาร เคมีอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นเคยกับทักษะนี้อยู่แล้ว จึงทำให้การปฏิบัติทักษะด้านนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

2.8 ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง ทางด้านจับหลอดทดลองให้อยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา และขณะให้ความร้อนเปลวไฟอยู่เหนือก้นหลอด อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง นักเรียนส่วนใหญ่จับหลอดคั้งตรง และให้เปลวไฟที่ท่าให้ของเหลวเดือดพุ่งออกมาเป็นอันตรายได้ ซึ่งครูควรชี้แจงวิธีการที่ถูกต้องแก่นักเรียนต่อไป

3. จากการเปรียบเทียบทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

3.1 ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา การกักกันสุบลงให้ชิดกับกระบอกสุบลก่อนจุ่มลงในของเหลว कुछของเหลวโดยที่ปลายหลอดฉีดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ และก่อนอ่านปริมาตร ต้องไม่มีฟองอากาศ พบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะเหล่านี้แตกต่างจากนักเรียนชาย เนื่องจากในขณะปฏิบัติการทดลองนักเรียนหญิงมีความสนใจ ตั้งใจทำการทดลองเป็นอย่างมาก ทำให้ทักษะเหล่านี้ของนักเรียนหญิงดีกว่านักเรียนชาย

3.2 ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว การใช้ภาชนะหรือกระดาษรองสารที่จะชั่งและอ่านค่าได้ถูกต้อง พบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะเหล่านี้แตกต่างจากนักเรียนชาย เนื่องจากความเรียบร้อยและความละเอียดรอบคอบในการทำงานของนักเรียนหญิงจึงทำให้นักเรียนหญิงมีทักษะเหล่านี้ดีกว่านักเรียนชาย

3.3 ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรง และเมื่อใช้เสร็จล้างและเช็ดให้แห้งจึงเก็บเข้าที่ พบว่านักเรียนหญิงมีทักษะเหล่านี้แตกต่างจากนักเรียนชาย เพราะความสนใจปฏิบัติการทดลองและความเรียบร้อยในการทำงานทำให้นักเรียนหญิงมีทักษะทางด้านเหล่านี้ดีกว่านักเรียนชาย

3.4 ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง การพับกระดาษกรองเป็นรูปกรวย เหลือหนึ่งในสี่ของวงกลมและขณะกรองรินสารผ่านแท่งแก้ว พบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะเหล่านี้แตกต่างจากนักเรียนชาย เพราะในขณะที่มีการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนหญิงมีความตั้งใจเรียนมากกว่านักเรียนชาย จึงทำให้นักเรียนหญิงสามารถที่จะจดจำได้คือนำมาใช้ได้ถูกต้องกว่านักเรียนชาย

3.5 ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบสของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส การใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส พบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะเหล่านี้แตกต่างจากนักเรียนชาย เนื่องจากความเรียบร้อยและละเอียดรอบคอบในการทำงานของนักเรียนหญิง จึงทำให้นักเรียนหญิงมีทักษะทางด้านนี้ดีกว่านักเรียนชาย

3.6 ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว การเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ ขณะรินสารป้ายข้อสารหันเข้าหาตัวผู้ริน และปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ พบว่า นักเรียนหญิงมีทักษะทางด้านเหล่านี้แตกต่างจากนักเรียนชาย เนื่องจากในขณะที่มีการเรียนการสอนนักเรียนหญิงมีการสังเกตอย่างรอบคอบทำให้เกิดความเข้าใจ และนำมาใช้ได้ถูกต้องมากกว่านักเรียนชาย จึงทำให้นักเรียนหญิงมีทักษะทางด้านเหล่านี้ดีกว่านักเรียนชาย

ดังนั้นการที่นักเรียนหญิงมีความสามารถทางด้านทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีดีกว่านักเรียนชาย เพราะนักเรียนหญิงมีความสนใจและกระตือรือร้นในทักษะปฏิบัติมากกว่านักเรียนชาย จึงทำให้นักเรียนหญิงมีทักษะพื้นฐานในการทดลองดีกว่านักเรียนชายซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอนาสตาซี ( Anastasi ) เกี่ยวกับความสามารถของเพศชายและเพศหญิงพบว่า ชายและหญิงมีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน นักเรียนหญิงมีความสนใจกระตือรือร้นในการเรียนรู่มาก สามารถเรียนรู้รายละเอียดต่าง ๆ ได้มากกว่านักเรียนชาย ซึ่งในการใช้ทักษะปฏิบัติการทดลองนั้นมีขั้นตอนของการใช้เครื่องมือที่ละเอียด จึงทำให้

นักเรียนหญิงมีทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีที่ดีกว่านักเรียนชาย

4. จากการเปรียบเทียบทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีระหว่างนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดกลาง พบว่า แตกต่างกันทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

4.1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มปฏิบัติการทดลองแตกต่างกัน ขนาดของโรงเรียนขึ้นอยู่กับจำนวนของนักเรียนเป็นเกณฑ์ โรงเรียนขนาดใหญ่จะมีจำนวนของนักเรียนมากกว่าโรงเรียนขนาดกลาง ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่ที่ได้รับการพัฒนาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้วิธีแบ่งกลุ่มหาปฏิบัติการทดลอง จำนวนนักเรียนในห้องของแต่ละโรงเรียนมีจำนวนแตกต่างกัน โรงเรียนใดมีจำนวนนักเรียนมาก เมื่อแบ่งกลุ่มหาปฏิบัติการทดลองก็จะมีจำนวนคนมาก โรงเรียนใดที่มีจำนวนนักเรียนน้อย เมื่อแบ่งกลุ่มหาปฏิบัติการทดลองก็จะมีจำนวนคนน้อย โอกาสที่นักเรียนจะได้ฝึกทักษะปฏิบัติในการทดลองระหว่างกลุ่มปฏิบัติการทดลองที่มีจำนวนคนแตกต่างกันก็จะแตกต่างกันคือ กลุ่มที่มีจำนวนคนน้อยมีโอกาสได้ร่วมปฏิบัติการทดลองบ่อย ๆ จะมีทักษะในการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่มีจำนวนคนมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อุทัยพันธ์ วิเศษพานิช (อุทัยพันธ์ วิเศษพานิช 2524 : 45) ที่พบว่า ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มปฏิบัติการทดลองที่มีจำนวน 2 คน มีทักษะสูงกว่าที่มี 4 คน และ 6 คน หรือเรียงลำดับการมีทักษะดังนี้

$$2 \text{ คน} > 4 \text{ คน} > 6 \text{ คน}$$

4.2 ปริมาณและคุณภาพของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ถ้าอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนจากัดไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน หรือขาดการใช้การไม่ได้เต็มที่โรงเรียนใดที่ประสบปัญหาเช่นนี้ นักเรียนมีโอกาสดูแลฝึกทักษะปฏิบัติจากการลงมือปฏิบัติการทดลองน้อยกว่าโรงเรียนที่มีความพร้อม จากผลการศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของ ปัญญา อุทัยพัฒน์ (ปัญญา อุทัยพัฒน์ 2523 : 4) และ อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ 2523 : 39) ต่างก็พบปัญหาเช่นเดียวกันคือ ปริมาณและคุณภาพของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอและไม่ดีพอ ดังนั้นทักษะปฏิบัติในการทดลองของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่และนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดกลางจึงแตกต่างกัน

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองของนักเรียนโดยวิธีการสังเกตพฤติกรรม แต่เพียงอย่างเดียว ผลที่ได้อาจจะคลาดเคลื่อน ควรหาการทดสอบทักษะปฏิบัติในการทดลองด้วยข้อเขียน (Paper pencil test) ควบคู่ไปด้วยจะช่วยให้ผลการวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองมีความเที่ยงตรงมากขึ้น

2. กลุ่มโรงเรียนควรมีการตกลงร่วมกันในเรื่องของการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ว่าจะต้องประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติในการทดลองด้วยส่วนหนึ่ง โดยตกลงรูปแบบการประเมินและใช้เกณฑ์เดียวกัน เพื่อส่งเสริมการฝึกฝนทักษะปฏิบัติในการทดลอง วิทยาศาสตร์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

3. ครูควรคำนึงถึงความจำเป็นที่จะต้องมีอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อกลุ่ม ถ้าโรงเรียนจัดหาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ไม่เพียงพอ ครูมักแก้ปัญหาโดยแบ่งนักเรียนให้มีจำนวนในกลุ่มมากขึ้น ซึ่งการแก้ปัญหาเช่นนี้จะทำให้เกิดผลเสียในแง่ที่ว่าไม่ได้พัฒนาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

4. ควรให้นักเรียนมีการจัดกลุ่มหาการทดลองตามความสนใจของนักเรียน เพื่อให้การดำเนินการทดลองภายในกลุ่มมีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรหาการศึกษาเปรียบเทียบทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ

2. ควรหาการวิจัยลักษณะเดียวกันนี้ในเขตการศึกษาอื่น ๆ เพราะเกณฑ์การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน อาจจะทำให้ผลการวิจัยแตกต่างกัน เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

3. ควรจะได้อีกศึกษาถึงวิธีการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติวิธีใด ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อทักษะภาคปฏิบัติมากที่สุด

4. ควรจะได้อีกการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่จะส่งผลให้เกิดทักษะภาคปฏิบัติที่ดีที่สุด

บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนรู้  
การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ทบวงมหาวิทยาลัย 2525, 307 หน้า
- นিকা สะเพียรชัย "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสาร  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4 : 1 - 7 กรกฎาคม 2520
- ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ จงเจริญการพิมพ์  
2523, 84 หน้า
- ประศาสน์ ชุมนาสีแว การสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์  
และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทาง  
การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปริญญาพนธ์ ปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523,  
96 หน้า อัดสำเนา
- ประหยัด จันทร์ขมพู และประสพสันต์ อักษรมัต วิธีสอนวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์คุรุสภา  
2528, 63 หน้า
- ปัญญา อุทัยพัฒน์ ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ 2523, 61 หน้า อัดสำเนา
- มังกร ทองสุกกี การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2  
บัวหลวงการพิมพ์ 2522, 147 หน้า
- \_\_\_\_\_ "ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 30 สิงหาคม 2525,  
570 - 575 หน้า
- มานี จันทวิมล แบบเรียนวิชาเคมี เล่ม 1 หน้าคำชี้แจงสถาบันส่งเสริมการสอน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520

บุพา ศันติเจริญ "กาแดง" ใน เทคนิคบางประการในการปฏิบัติการเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หน้ากาแดง 2529

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์ทวีกิจการพิมพ์ 2524, 227 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 จงเจริญการพิมพ์ 2521, 68 หน้า

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2522, 12 หน้า อัดสำเนา

\_\_\_\_\_ เทคนิคบางประการในปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 2529, 79 หน้า

สิรินทร สุนทรากิวัฒน์ ปัญหาการประเมินผลการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 61 หน้า

อัดสำเนา

สุวัชร กนิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า

อนันต์ ศรีโสภะ หลักการวิจัยเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช 2521, 96 หน้า

\_\_\_\_\_ การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช 2521, 104 หน้า

อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ เทคนิคการใช้วัสดุอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม 2522, 45 หน้า (อัดสำเนา)

- อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา  
 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 59 หน้า อัสสาเนา
- อุบลพงษ์ วัฒนเสรี ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น  
โรงเรียนสาธิตจุฬา ฝ่ายมัธยม วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยม  
 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 71 หน้า อัสสาเนา
- อุบลชัย วิเศษพานิช ผลของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะ  
การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์  
 ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 2524, 134 หน้า

Alfred Benden. Laboratory of Science. 1960, 65 - 67 p.

Anderson, Roger O. The Experience of Science A New  
Perspective for Laboratory Teaching, New York Teacher  
 College Press Columbia University, 1967.

Bates, Garry C. "The Importance of the Laboratory in  
 School Science A Research Perspective," The Science  
Teacher. 49 : 22 - 23, February, 1982.

Beasley, Warren Fredrick. "The effect of Physical and  
 Mental Practice of Psychomotor Skills on Chemistry  
 Student Laboratory Performance," Dissertation  
Abstracts International. 39 : 5428 - 5429 A, March,  
 1977.

Ben-Zvi R., Hofstein A., Samuel D. and Kempa R.F. "Modes  
 of instruction in high school Chemistry," Journal of  
Research in Science teachings. 14 : 433 - 439, 1977.

Bloom, Benjamin S. Hastings, J. Thomas and Madaus, George F.  
Handbook on formative and Summative Evaluation of Student  
Learning. New York : Mc.Graw-Hill Co., Inc., 1971.

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

- Doran, Rodney L. and Marie C. Dietrich. "Psychomotor abilities of Science and Non - science High School Student," Journal of Research in Science Teaching. 17 : 495 - 502, February, 1980.
- Eglen, J.R. and Kempa R.F. "Assessing manipulative skills in practical Chemistry," School Science Review. 56 : 261 - 273, 1974.
- Ganiel, Uri and Hoftein Avi. "Objective and Continuous Assessment of Student Performance in the Physics Laboratory," Science Education. 66 : 581 - 591, July, 1982.
- Goel, Parkash Ved. "The Effect of Preinstructional Disclosure of Laboratory Behavioral Objectives on Student Aquisition of Psychomotor and Related Cognitive Skills Among High School Physics Student," Dissertation Abstracts International. 22 : 646-A August, 1986.
- Golman, M. "Assessing laboratory instruction in biology," Iowa Science Teachers Journal. 19 : 81 - 86, 1973.
- Grosmark, Waldo Jay. "The Relationship Between Achievement and Laboratory Skill to the Number of Experiment Performed by the High School Chemistry Students," Dissertation Abstracts International. 34 : 3176-A, December, 1973.
- Hearle, Robert James. "The Identification and Measurement of High School Chemistry Laboratory Skills," Dissertation Abstracts International. 34 : 7064-A, May, 1974.
- Hoftein, Avi and Lunetta Vincent N. "The role of the Laboratory in Science Teaching Neglected Aspect of Research," Review of Educational Research. 52 : 201 - 217, Summer, 1982.
- Jeffrey, Jack C. "Evaluation of Science Laboratory Instruction," Science Education. 51 : 189 - 194 March, 1967.
- Jeffrey, J. Identification of objectives of the Chemistry laboratory and Development of means for measuring student achievement of some of these objectives. Doctoral thesis, The University of Teras, Ann Arbor, Michigan, No. 66 - 1928, 1967.

- J.M.B. (Joint Matriculation Board). The Internal assessment of practical skills in chemistry (advanced). Universities of Manchester, Liverpool, Leeds, January, 1979.
- Krejcie, Robert V. and Daryle W. Morgan. "Determining Sample size for Research Activities," Journal of Educational and Psychological Measurement. vol 30, no. 3 : 607 - 610, 1970
- Lee, Janice Tayler. "The Role of the Laboratory in Introductory College Biology Courses," Dissertation Abstracts International. 39 : 2588 - 2589, November, 1978.
- Leo Nedelsky. Science Teaching and Testing. N.Y. Harcourt Braced World Inc., 358 - 359 p., 1965.
- Lunetta, Vincent N., Hofstein Avi and Gidding Geoffrey. "Evaluating Science Laboratory Skills," The Science Teacher. 48 22 - 25, January, 1981.
- Macbeth, Douglas Russel. "The Extent to which Pupils Manipulative Materials and Attainment of Process Skills in Elementary School Science," Journal of Research in Science Teaching. 11 : 45 - 51, January, 1974.
- Perez, Linda. "Laboratory Teaching in High School Science," The Science Teacher. 20 - 21 p., February, 1982.
- Sullivan, Daniel John. "An Exporotory Study of Specific Psychomotor Ability in Selected Secondary Science Laboratory Oriented Classroom of Detroit Michigan," Dissertation Abstracts International. 33 : 2090 - 2091 A, November, 1972.
- Sund, Robert B. and Lesile W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio. Charles E. Merrill, 1967, 527 p.
- Thurder, Walter A. and Alfred T Collete. Teaching Science in Today's Secondary School. 2 nd. ed. Boston, Allynand Bacon Inc., 1964.

UNESCO. Science in Basic Functional Education. UNESCO,  
Regional office for Education in Asia; 1975.

University of London (G.C.E.). Notes of Guidance and  
Report Form for the Optional Internal Assessment of  
Special Studies. University of London, 1977.

ភាគីណាមិក

ภาคผนวก ก

แผนการสอน



## แผนการสอน

เรื่อง การละลายและสมบัติทางกายภาพของสารประกอบไอออนิก

### ความถี่รวบยอด

1. เมื่อสารประกอบไอออนิกละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบ โดยที่โมเลกุลของน้ำจะหันขั้วต่างกันเข้าล้อมรอบไอออนเหล่านั้น
2. สมบัติทางกายภาพของสารประกอบไอออนิกจะคล้ายคลึงกัน

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทำการทดลอง เพื่อหาปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนไปในการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ
2. บอกได้ว่าการละลายเป็นการดูดหรือคายความร้อน
3. สรุปได้ว่าการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำมีการเกิดและสลายพันธะ
4. สรุปถึงสมบัติทางกายภาพในด้านกลั่น ความเป็นกรด-เบสของสารละลายไอออนิก และการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนของสารละลาย

### สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี

1. คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต
2. โซเดียมซัลเฟต
3. โซเดียมคลอไรด์
4. อัมโมเนียมคลอไรด์
5. กัลเชียมออกไซด์

6. กระดาษกรอง
7. กระดาษลิตมัสสีแสดและน้ำเงิน

#### อุปกรณ์

1. กระดาษฟิลา (สำหรับใส่สารตั้ง)
2. คาลอริมิเตอร์
3. กระบอกวัดขนาด 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. เทอร์โมมิเตอร์ 0-100 องศาเซลเซียส
5. โกร่งและที่บด
6. เครื่องชั่งชนิดงานเดียว
7. กรวยกรอง
8. แท่งแก้วคน
9. ขาตั้ง
10. ไม้น้ำ
11. ขวดสารเคมีที่แห้งและสะอาด
12. หลอดทดลองขนาดใหญ่
13. บีกเกอร์ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

#### กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นตอนการทดลอง

1.1 ครูแบ่งสารเคมีให้นักเรียนกลุ่มละ 2 ชนิด โดยทุกกลุ่มจะต้องมีสารประกอบคัลเซียมออกไซด์อยู่ด้วย

1.2 ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า การทดลองประกอบด้วย 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นการศึกษาละลายของสารประกอบอินทรีย์ในน้ำ และตอนที่ 2 เป็นการเพิ่มเติมโดยให้ศึกษาสมบัติในด้านต่าง ๆ ของสารประกอบอินทรีย์คือ กลิ่น ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย และการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน

## 2. ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

### ตอนที่ 1 การละลายของสารประกอบอีนิกในน้ำ

2.1 บรรจุน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไว้ในแคลอริมิเตอร์ วัคคูอุมมิ

2.2 ชั่งผงคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ที่ปราศจากน้ำผลึก 2 กรัม แล้วนำไปละลายในน้ำที่เตรียมไว้

2.3 คนให้ละลายหมดโดยเร็ว แล้ววัคคูอุมมิที่เปลี่ยนไปมากที่สุดของสารละลาย

### ตอนที่ 2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารประกอบอีนิก

2.4 ทดสอบกลิ่นของผงคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต

2.5 เตรียมสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยชั่งผงคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตที่ปราศจากน้ำผลึก 4.8 กรัม นำไปละลายน้ำให้มีปริมาตรเป็น 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเก็บใส่ขวดที่แห้งและสะอาด

2.6 แบ่งสารละลายที่เตรียมไว้จากข้อ 2.5 ใส่ปิกรเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

2.7 นำสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ปริมาณ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่แล้วให้ความร้อนเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

2.8 สำหรับสารประกอบอีนิกชนิดอื่น ๆ ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2.1 - 2.7

2.9 ในกรณีของกัลเชียมออกไซด์ ควรกรองแล้วนำเฉพาะสารละลาย ส่วนที่กรองได้มาทดสอบการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน

## 3. ขั้นตอนิปรายผลหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลการทดลองแล้วอธิบายวิธีการคำนวณความร้อนของการละลาย และสรุปสมบัติทางกายภาพของสารประกอบอีนิก

ภาคผนวก ข

แบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี

## ตัวอย่าง

## แบบสอบวัดทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี

ชื่อนักเรียนที่ถูกส่ง เกต ..... เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ..... โรงเรียน .....

1. ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกจี้ดยา หมายถึง การใช้หลอดจี้ดยาอย่างถูกวิธี โดยกักน้ำสูงลงให้ชิดกับกระบอกสูบเพื่อไล่อากาศออกให้หมด แล้วจุ่มปลายหลอดจี้ดยาลงในของเหลว จากนั้นจึงก้านสูบขึ้นอย่างช้า ๆ ในขณะที่ก้านสูบขึ้น ถ้ามีฟองอากาศอยู่จะต้องกักน้ำหลอดลงใหม่เพื่อไล่อากาศ เวลาด่านปริมาตรต้องให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับขีดบอกปริมาตรบนก้านหลอด

| รายการสังเกต                                                  | ผลการประเมิน |
|---------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.1 กักน้ำสูงลงให้ชิดกับกระบอกสูบก่อนจุ่มลงในของเหลว          |              |
| 1.2 คุกของเหลวโดยที่ปลายหลอดจี้ดยาอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวเสมอ |              |
| 1.3 ก่อนอ่านปริมาตรต้องไม่มีฟองอากาศ                          |              |
| 1.4 ระดับสายตาตรงกับขีดอ่าน                                   |              |

หมายเหตุ .....  
 .....

2. ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว หมายถึง  
 ความสามารถในการใช้เครื่องชั่งได้ถูกวิธี รู้จักการปรับศูนย์ก่อนใช้ ก่อนชั่งสิ่งใดควรใช้  
 ภาชนะรองรับสิ่งที่จะชั่ง อ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้องและเลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ

| รายการสังเกต                               | ผลการประเมิน |
|--------------------------------------------|--------------|
| 2.1 ปรับศูนย์ก่อนใช้                       |              |
| 2.2 ใช้ภาชนะหรือกระตวยรองรับสารที่จะชั่ง   |              |
| 2.3 อ่านค่าได้ถูกต้อง                      |              |
| 2.4 เลื่อนค้อนน้ำหนักเข้าที่เมื่อชั่งเสร็จ |              |

หมายเหตุ .....

.....

3. ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ หมายถึง การอ่านอุณหภูมิและการใช้เทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธี โดยเมื่อวัดอุณหภูมิของของเหลว จะต้องให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จมอยู่ในสิ่งที่ต้องการจะวัด แต่ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ เทอร์โมมิเตอร์ทั้งทรงโดยจับแค่เพียงส่วนปลายบนของเทอร์โมมิเตอร์เท่านั้น ขณะอ่านอุณหภูมิสายตาวูอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์

| รายการสังเกต                                                           | ผลการประเมิน |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 3.1 กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับภาชนะ                             |              |
| 3.2 ขณะวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ทั้งทรง                                |              |
| 3.3 เมื่ออ่านอุณหภูมิสายตาวูอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ |              |
| 3.4 เมื่อใช้เสร็จแล้วต้องล้างและเช็ดให้แห้งแล้วจึงเก็บเข้าที่          |              |

หมายเหตุ . . . . .

. . . . .

4. ทักษะการกรอกรวดด้วยกระดาษกรอง หมายถึง การใช้และการกรอกรวดด้วยกระดาษกรองอย่างถูกต้องวิธีโดย "ใช้กระดาษกรองเป็นรูปกรวยให้เหลือกระดาษกรองเป็นหนึ่งในสี่ของวงกลม ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย ทำให้กระดาษกรองเปียกแล้วกดกระดาษกรองให้แนบกับกรวย กอຍ ๆ รินสารผ่านแท่งแก้ว โดยให้ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น ก้านกรวยแตะกับด้านข้างของภาชนะที่รองรับของเหลว เพื่อมิให้ของเหลวกระเด็น

| รายการสังเกต                                        | ผลการประเมิน |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| 4.1 พับกระดาษกรองเป็นรูปกรวยเหลือหนึ่งในสี่ของวงกลม |              |
| 4.2 ฉีกมุมกระดาษกรองเล็กน้อย                        |              |
| 4.3 ทากกระดาษกรองให้เปียกแนบกรวย                    |              |
| 4.4 ขณะกรอกรินสารผ่านแท่งแก้ว                       |              |
| 4.5 ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรองด้านที่หนาสามชั้น   |              |
| 4.6 ก้านกรวยแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว         |              |

หมายเหตุ .....

.....



5. ทักษะการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส  
 หมายถึง การใช้และการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของของเหลวด้วยกระดาษลิตมัส  
 อย่างถูกวิธี โดยฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด ใช้แท่งแก้วจุ่ม  
 ของเหลวและนำมาแตะลงบนกระดาษลิตมัส ถ้าใช้ทดสอบของเหลวชนิดอื่น ในขณะที่  
 เคียวกันต้องหาความสะอาดแท่งแก้วทุกครั้ง

| รายการสังเกต                                         | ผลการประเมิน |
|------------------------------------------------------|--------------|
| 5.1 ฉีกกระดาษลิตมัสเป็นแผ่นเล็ก ๆ วางบนกระจกที่สะอาด |              |
| 5.2 ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวและนำมาแตะที่กระดาษลิตมัส  |              |
| 5.3 หาความสะอาดแท่งแก้วหลังการทดสอบ                  |              |

หมายเหตุ .....

.....

6. ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว หมายถึง การถ่ายเทของเหลว  
 อย่างถูกวิธี โดยเปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ จับขวดสารให้คานป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้รับ  
 ใช้แท่งแก้วแตะที่ปากขวดสาร แล้วเทของเหลวให้ไหลตามแท่งแก้วลงในภาชนะ ปลายแท่งแก้ว  
 อยู่ชิดกับขอบภาชนะ เมื่อรินสารเสร็จควรปิดจุกหรือฝาขวดสารทันที

| รายการสังเกต                                  | ผลการประเมิน |
|-----------------------------------------------|--------------|
| 6.1 เปิดฝาขวดวางหงายบนโต๊ะ                    |              |
| 6.2 ขณะรินสารป้ายชื่อสารหันเข้าหาตัวผู้รับ    |              |
| 6.3 ในขณะที่รินสารปากขวดสารอยู่ชิดกับแท่งแก้ว |              |
| 6.4 ปลายแท่งแก้วชิดกับขอบภาชนะ                |              |
| 6.5 ปิดจุกขวดสารทันทีเมื่อรินสารเสร็จ         |              |

หมายเหตุ .....

.....

7. ทักษะการคมกลืนสารเคมี หมายถึง การคมกลืนสอ เกมืออย่างถูกต้องวิธี โภชิใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูกและอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร ใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกให้อากาศผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ

| รายการสังเกต                                | ผลการประเมิน |
|---------------------------------------------|--------------|
| 7.1 ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าจมูก          |              |
| 7.2 ใช้มือโบกให้อากาศผ่านเข้าจมูกอย่างช้า ๆ |              |

หมายเหตุ .....

.....

8. ทักษะการให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง หมายถึง การให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลองอย่างถูกต้องวิธี โดยใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอด ใช้เปลวไฟอ่อน ๆ จับหลอดทดลองให้อยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา เขย่าเล็กน้อยและหันปากหลอดไปในทางที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น

| รายการสังเกต                                        | ผลการประเมิน |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| 8.1 ใส่ของเหลวไม่เกินครึ่งหลอดทดลอง                 |              |
| 8.2 จับหลอดทดลองอยู่ในลักษณะเอียงประมาณ 45 องศา     |              |
| 8.3 ขณะให้ความร้อนเขย่าหลอดทดลองเล็กน้อย            |              |
| 8.4 หันปากหลอดไปในทิศทางที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ |              |

หมายเหตุ .....

.....

ภาคผนวก ค

รายชื่อโรงเรียน

โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ  
ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 7 โรงเรียน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ขนาด  
ดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 4 โรงเรียน

1. โรงเรียนหัวหิน
2. โรงเรียนประจวบวิทยาลัย
3. โรงเรียนห้วยสระแก้ววิทยา
4. โรงเรียนบางสะพานวิทยา

โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 3 โรงเรียน

1. โรงเรียนเมืองปราณบุรี
2. โรงเรียนสามร้อยยอดวิทยาคม
3. โรงเรียนกุยบุรีวิทยา