

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทาง  
วิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วย  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองเรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ปริญญานิพนธ์

ของ

อุษา จินเจนกิจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มกราคม 2544

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทาง  
วิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วย  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

บทคัดย่อ  
ของ  
อุษา จินเจนกิจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มกราคม 2544

อุษา จินเจนกิจ. (2544), การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ดร.มนัส บุญประกอบ, ผศ. กัลยา เล็กสกุล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แขวงบางซื่อ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 19 คน ผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยวิธีการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและสอบหลัง (One – Group Pretest – Posttest Design) ทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t-test) ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-Dependent)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นที่ระดับ .01
2. นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง มีทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นที่ระดับ .01

THE STUDY ON SCIENCE PROBLEM – SOLVING ABILITIES AND SCIENCE  
EXPERIMENTAL SKILLS OF THE SOPHOMORE OF CHEMICAL  
ENGINEERING BY APPLYING COMPUTER ASSISTED  
INSTRUCTION ENTITLED WATER ANALYSIS

AN ABSTRACT  
BY  
USA JEENJENKIT

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree in Science Education

January 2001

Usa Jeenjenkit. (2001). *The Study on Science Problem – Solving Abilities and Science Experimental Skills of the Sophomore of Chemical Engineering by Applying Computer Assisted Instruction Entitled Water Analysis*. Master Thesis, M.Ed. (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Manat Boonprakob, Assistant Professor Kulaya Lekskul.

The purposes of this research were to study on science problem-solving abilities and science experimental skills of the sophomore of chemical engineering by applying computer assisted instruction entitled water analysis.

The sample in this research were 19 students of sophomore of chemical engineering , faculty of engineering, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok during the first semester of the 2000 academic year. The researcher taught the sample group by applying computer assisted instruction. This experimental research was one – group pretest – posttest design. The statistical data was analyzed by using t-test dependent.

The results of the research indicated that :

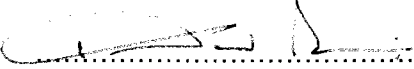
1. The science problem – solving abilities of students taught by applying computer assisted instruction were significantly greater at .01 level.
2. The science experimental skills of students taught by applying computer assisted instruction were significantly greater at .01 level.

ปริญญานิพนธ์  
เรื่อง

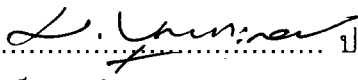
การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทาง  
วิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วย  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

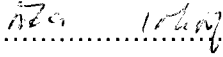
ของ  
นางสาวอุษา จินเจนกิจ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศวลาภรณ์)  
วันที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2544

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน  
(อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.มนัส บุญประกอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการวิจัย และตรวจแก้ไขงานวิจัยจนลุล่วง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และดร.สนอง ทองปาน กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจแก้ไขงานวิจัยในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญได้แก่ รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์วรรณกุล บำรุงสาลี หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี และอาจารย์แสงนวล ศรีรัตน์ชัชवाल อดีตหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ตรวจแก้ไขและให้คำแนะนำในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำการทดลอง ขอขอบใจนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ทั้งในส่วนของ การทดลอง และการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ขอขอบคุณรุ่นพี่นิสิตบัณฑิตศึกษาทั้งปริญญาโทและปริญญาเอก และเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโทวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาร่วมรุ่นทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำในการวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดาและมารดาที่ได้กรุณาให้การสนับสนุนในเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด

อุษา จินเจนกิจ

## สารบัญ

| บทที่ |                                                                           | หน้า |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | บทนำ .....                                                                | 1    |
|       | ภูมิหลัง .....                                                            | 1    |
|       | ความมุ่งหมายของการวิจัย .....                                             | 6    |
|       | ความสำคัญของการวิจัย .....                                                | 6    |
|       | ขอบเขตของการวิจัย .....                                                   | 6    |
|       | ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....                             | 6    |
|       | ตัวแปรที่ศึกษา .....                                                      | 7    |
|       | นิยามศัพท์เฉพาะ .....                                                     | 7    |
|       | กรอบแนวคิดในการวิจัย .....                                                | 9    |
| 2     | เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                                      | 10   |
|       | เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....                        | 10   |
|       | เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา .....              | 32   |
|       | เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา<br>ทางวิทยาศาสตร์ ..... | 47   |
|       | เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ .....               | 63   |
| 3     | วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....                                           | 77   |
|       | การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง .....                                | 77   |
|       | การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....                           | 77   |
|       | การเก็บรวบรวมข้อมูล .....                                                 | 81   |
|       | การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                    | 85   |
| 4     | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                | 88   |
| 5     | สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ .....                                        | 91   |
|       | สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า .....                 | 91   |

## สารบัญ(ต่อ)

| บทที่                                                                                                                                                                                                                              | หน้า    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| สรุปผลการศึกษาค้นคว้า .....                                                                                                                                                                                                        | 91      |
| อภิปรายผล.....                                                                                                                                                                                                                     | 91      |
| ข้อเสนอแนะ .....                                                                                                                                                                                                                   | 96      |
| <br>บรรณานุกรม.....                                                                                                                                                                                                                | <br>99  |
| <br>ภาคผนวก .....                                                                                                                                                                                                                  | <br>112 |
| ภาคผนวก ก    รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัยและตัวอย่าง<br>หนังสือขอความอนุเคราะห์.....                                                                                                                                 | 113     |
| ภาคผนวก ข    ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ แบบทดสอบและเกณฑ์<br>การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง<br>วิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์วิชา<br>ปฏิบัติการฟิสิกส์เคมี เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ..... | 119     |
| ภาคผนวก ค    ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบ<br>ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ<br>ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์.....                                                                            | 132     |
| ภาคผนวก ง    ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ<br>และความเห็นของนักศึกษาที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์<br>ช่วยสอน.....                                                                                           | 135     |
| ภาคผนวก จ    คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ<br>ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาก่อนและหลังจาก<br>ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง.....                                                        | 145     |
| ภาคผนวก ฉ    คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง<br>เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ.....                                                                                                                             | 148     |
| ภาคผนวก ช    ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....                                                                                                                                                                                | 151     |
| ภาคผนวก ซ    รูปภาพขณะทำการทดลอง.....                                                                                                                                                                                              | 175     |
| <br>ประวัติย่อผู้วิจัย .....                                                                                                                                                                                                       | <br>183 |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                                                                                                            | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 สื่อการสอนที่อาจารย์ผลิตใช้เองสำหรับการเรียนการสอน .....                                                                                                       | 40   |
| 2 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ<br>นักศึกษากลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง .....                                            | 89   |
| 3 แสดงการเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา<br>กลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง .....                                                      | 90   |
| 4 วิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา<br>ทางวิทยาศาสตร์.....                                                                               | 120  |
| 5 วิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์.....                                                                                             | 120  |
| 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา<br>ทางวิทยาศาสตร์.....                                                                                      | 128  |
| 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ .....                                                                                                   | 129  |
| 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ<br>วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เคมี เรื่องการ<br>วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ..... | 133  |
| 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ<br>วัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เคมี เรื่องการวิเคราะห์ตัว<br>อย่างน้ำ.....           | 134  |
| 10 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองจากผู้<br>เชี่ยวชาญ เรื่องการวิเคราะห์สี.....                                                          | 136  |
| 11 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองจากผู้<br>เชี่ยวชาญ เรื่องการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก.....                                              | 137  |
| 12 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองจากผู้<br>เชี่ยวชาญ เรื่องการวิเคราะห์ความขุ่นและปริมาณซัลเฟต.....                                     | 138  |
| 13 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองจากผู้<br>เชี่ยวชาญทั้ง 3 การทดลอง .....                                                               | 139  |
| 14 แสดงความคิดเห็นของนักศึกษาที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน<br>เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ เป็นรายบุคคลจำนวน 3 คน.....                                   | 141  |
| 15 แสดงความคิดเห็นของนักศึกษาที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน<br>เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ เป็นรายบุคคลจำนวน 9 คน.....                                   | 143  |

## บัญชีตาราง(ต่อ)

| ตาราง                                                                                                                                   | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 16 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาก่อน<br>และหลังจากที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ..... | 146  |
| 17 แสดงคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาก่อนและหลังจาก<br>ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง .....           | 147  |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                               | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย.....                                                         | 9    |
| 2 ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน<br>ประกอบบททดลอง ..... | 84   |
| 3 แสดงแผนผังของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น.....                       | 152  |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การพัฒนาสังคมไทยท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งในแง่บวกและแง่ลบ อันมีผลกระทบเชื่อมโยงจากบริบทสังคมโลก เพื่อให้สังคมไทยสามารถก้าวไปข้างหน้าได้อย่างมั่นคง แข่งขันกับนานาประเทศได้อย่างมีศักดิ์ศรีบนฐานแห่งความเป็นไทย โดยที่ประชาชนมีความสุข ครอบคลุม ชุมชน และสังคมมีสันติภาพ การพัฒนาคุณภาพคนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด การจัดการศึกษาของประเทศในระยะเวลาที่ผ่านมาต่อเนื่องจนถึงแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขยายในเชิงปริมาณ ส่วนการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ตลอดจนประสิทธิภาพของการจัดการศึกษานั้น ยังไม่สามารถสนองตอบต่อความต้องการในกระบวนการพัฒนา “คน” ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงในด้านต่าง ๆ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎีกา. 2540 : 27) ด้วยเหตุนี้ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544) จึงได้ปรับแนวคิดในการพัฒนาประเทศ จากเดิมที่เน้นการพัฒนาเศรษฐกิจแต่เพียงอย่างเดียวมาเป็นการเน้นคนเป็นจุดหมายหลัก หรือเป็นจุดศูนย์กลางของการพัฒนาเพราะคนเป็นปัจจัยสำเร็จของการพัฒนาในทุกเรื่อง การผลิตกำลังคนที่มีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกระบวนการดำเนินงานข้อหนึ่งที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนาการผลิตและพัฒนา กำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 สถาบันอุดมศึกษาของรัฐสามารถผลิตบัณฑิตในระดับปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์ประยุกต์ได้ประมาณปีละ 2,000 คน ในขณะที่ประเทศไทยมีความต้องการกำลังคนสาขานี้โดยเฉลี่ยประมาณปีละ 5,000 คน ด้วยเหตุนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย จึงได้มีแผนการรับนักศึกษาและผลิตบัณฑิตสาขาวิชาต่าง ๆ แผนพัฒนาอาจารย์ และการพัฒนาคุณภาพการศึกษา การจัดหาครุภัณฑ์เพื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมเพื่อมาชดเชยครุภัณฑ์ เพื่อการศึกษาที่เก่าแก่และล้าสมัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งให้มีครุภัณฑ์ที่ทันกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ของโลก และด้วยเหตุที่มหาวิทยาลัยแต่ละแห่งจะเพิ่มนิสิตนักศึกษาเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่าของอัตราที่เคยรับ โดยเริ่มตั้งแต่ปีการศึกษา 2539 ทำให้ภาระงานของอาจารย์ในแต่ละมหาวิทยาลัย เพิ่มขึ้นคิดเป็น 2 เท่าด้วย ปัญหาที่นับเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขเพื่อให้มีการพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างยั่งยืนได้ (บัณฑิต ณ ลำพูน. 2540 : 57-65) และในระยะสิบปีหลังนี้ การอุดมศึกษาไทยได้ขยายตัวและปรับเปลี่ยนไปเป็นอันมากแต่ก็มีที่ทว่าจะไม่ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสังคมโดยรอบ การสร้างบุคลากรไม่ทันกับความต้องการในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตและธุรกิจ การวิจัยและพัฒนาไม่ทันกับความต้องการยก

ระดับอุตสาหกรรมในประเทศ จากอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีสูงขึ้น (จรัส สุวรรณเวลา.2542 : 45)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเป็นสถาบันเทคโนโลยีแห่งแรกของประเทศไทยที่ทำการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อตอบสนองความต้องการกำลังคนในการพัฒนาอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเป็นพื้นฐานในการผลิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือพัฒนาหลักสูตรด้วยปรัชญา หลักการ และวิธีการตามแบบฉบับของเยอรมัน โดยปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสภาวะสิ่งแวดล้อมและความต้องการของประเทศและปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้น เน้นการศึกษาทั้งภาคทฤษฎี ปฏิบัติ และประสบการณ์จริง ซึ่งได้ทำความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและสถาบันต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่นร่วมกับสหภาพยุโรป มหาวิทยาลัยและสถาบันในเยอรมันและฝรั่งเศส เพื่อพัฒนาภาควิชาวิศวกรรมเคมีและกระบวนการ (Department of Chemical and Process Engineering) เป็นต้น (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2542 : 57-58)

ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและกระบวนการเป็นภาควิชาหนึ่งในคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ผลิตนักศึกษาเพื่อประกอบวิชาชีพที่เน้นหนักไปในการสร้างอุปกรณ์รวมถึงการพัฒนากระบวนการและการควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมกระบวนการ ซึ่งวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและทางด้านฟิสิกส์ (จ.ทศสโน. 2538 : 55) การศึกษาโครงการหรือออกแบบระบบต่าง ๆ จะต้องอาศัยผลการทดลองในห้องปฏิบัติการตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ผลของการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงมวลสารภายในห้องปฏิบัติการจะถูกถ่ายทอดไปสู่กระบวนการผลิตขนาดใหญ่ การได้ทำการทดลองกับระบบจำลองในห้องปฏิบัติการและได้ศึกษากระบวนการจากหน่วยปฏิบัติการจำเพาะ (Unit) หรือกระบวนการขนาดเล็ก (Pilot Plant) เป็นสิ่งช่วยเสริมการศึกษาของวิศวกรเคมีได้เป็นอย่างดี ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและกระบวนการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจึงได้จัดให้มีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านเคมีเพื่อบริการการศึกษาเบื้องต้นแก่นักศึกษาของภาควิชา (สุริยันต์ เทียมเพชร. 2540 : 10-12) และเนื่องจากการศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ นักศึกษาจะต้องเข้าถึงปัญหาที่ซับซ้อนของสังคมยุคใหม่ด้วยความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และมีการตัดสินใจที่แน่วแน่ สิ่งท้าทายของวิศวกรยุคใหม่คือการศึกษาที่ต้องแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ และมีระเบียบ อีกทั้งต้องมีความชำนาญในการใช้หลักการพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ กล่าวได้ว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมศาสตร์ก็คือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายปรากฏการณ์เฉพาะอย่างตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา ดังนั้นวิศวกรจึงต้องมีพื้นความรู้ที่ดีในทางวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา รวมทั้งวิทยาศาสตร์ประยุกต์ต่าง ๆ ด้วย (สมบัติ ทิมทรัพย์. 2535 : 72) ทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหา วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2538 : 59) กล่าวว่า การประกอบวิชาชีพวิศวกรรม วิศวกรจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในหน้าที่การงานเป็นอย่างดี ปัญหาในปัจจุบันเกิดขึ้นจาก

การขาดความรอบคอบของวิศวกรเป็นสำคัญ และประกอบ วิโรจน์บุญ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2537 : 33-34) ได้ให้ความเห็นว่า การเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยทุกวันนี้ การที่นักศึกษาจะพัฒนาตัวเองให้เป็นนักแก้ปัญหาที่มีความเฉลียวฉลาดในการคิดและการทำอย่างถูกต้อง ขึ้นอยู่กับหลักสูตรและวิธีการสอน ซึ่งผู้ที่ประสบความสำเร็จในแต่ละวิชาชีพต่างยอมรับว่าความรู้ที่เรียนในมหาวิทยาลัยนั้นมีเพียงไม่กี่เปอร์เซ็นต์ที่นำไปใช้ในการทำงานได้โดยตรง ส่วนใหญ่อาศัยหลักการพื้นฐานไปประยุกต์ใช้สำหรับแต่ละปัญหาและการหาความรู้ใหม่เพิ่มเติมด้วยตัวเอง นอกจากนั้นทางด้านวิธีการสอนด้วยการบรรยายจากผู้อื่นจะทำให้เรียนรู้ได้แค่ในระดับความรู้ที่เป็นข่าวสารข้อมูลและข้อเท็จจริง ความรู้ความเข้าใจในระดับสูงขึ้นไปเป็นประสบการณ์นั้นจะเกิดขึ้นได้โดยการปฏิบัติหรือการทดลองแก้ปัญหาจริง ซึ่งการเรียนทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นจำเป็นต้องมีการเรียนภาคปฏิบัติเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งงานโครงการต่าง ๆ (Project Works) ที่ถูกกำหนดให้ทำนั้นจะช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในวิชาวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นักศึกษาจะสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้นถ้าได้ค้นคว้าจากความคิด จากการทดลองที่ตนเองรับผิดชอบ ดังนั้นควรจะให้ความสนใจเป็นพิเศษกับการฝึกภาคปฏิบัติ (นันทพล ไชยมั่นคง. 2538 : 61) ครูอาจารย์สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาได้จากการฝึกให้นักศึกษาได้ทำงานอยู่เสมอ ให้มีการทดลองอยู่เสมอ ฝึกให้เป็นคนมีเหตุผล ให้รู้จักการวิจารณ์หรือออกความเห็น จัดสถานการณ์ยั่วๆ เหล่านี้จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาได้ (มังกร ทองสุตดี. 2522 : 5-10)

วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมี (Physico-Chemical Laboratory for Chemical Engineering) เป็นวิชาที่ฝึกภาคปฏิบัติวิชาหนึ่งในหลักสูตรที่จัดให้นักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่ผ่านการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีเบื้องต้นสำหรับวิศวกรมาแล้ว ได้บรรจุเนื้อหาเรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำไว้เพื่อฝึกหัดให้นักศึกษาสามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาโรงงานในชั้นปีที่ 4 และเป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพในส่วนของการบวนการผลิตที่มักจะมีน้ำเสียออกมาจากระบบการผลิต น้ำหล่อเย็น น้ำล้าง น้ำจากหม้อน้ำเป็นต้น และเป็นงานที่วิศวกรเคมีจะต้องมีส่วนเกี่ยวข้อง โดยข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาข้อมูลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด ประสิทธิภาพของขั้นตอนต่าง ๆ ในระบบบำบัด และปริมาณสิ่งสกปรกที่เหลืออยู่ในน้ำทิ้งสุดท้ายที่ปล่อยออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง และมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการตัดสินใจเปลี่ยนระบบ ดัดแปลงแก้ไขระบบ หรือแม้แต่การก่อสร้างขยายระบบบำบัดเพิ่มเติมขึ้นใหม่ ดังนั้นการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในห้องปฏิบัติการจึงมีความจำเป็นและมีความสำคัญมาก เพราะข้อมูลที่ไม่ถูกต้องอาจนำไปสู่การลงทุนที่ไม่จำเป็นหรือก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นภายหลัง (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2540 : 17) จากประสบการณ์ของผู้วิจัยที่ได้ช่วยสอนการทดลองเรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและจากการสอบถามปัญหาด้านการสอนจากอาจารย์ประจำวิชาพบว่า ปัญหาของการ

ปฏิบัติการวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมี คือนักศึกษาไม่อ่านคู่มือการปฏิบัติการทดลองมาก่อน นักศึกษาขาดทักษะในการใช้และดูแลรักษาอุปกรณ์เครื่องแก้ว เครื่องมือวิเคราะห์ และเนื่องจากเป็นวิชาที่จัดให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติการเป็นกลุ่ม ๆ ละ 2-3 คน โดยหมุนเวียนกันไปจนครบทุกการทดลอง ดังนั้นการทดลองแต่ละสัปดาห์นักศึกษาแต่ละกลุ่มจึงทำการทดลองไม่เหมือนกัน ทำให้การอธิบายก่อนการทดลองเพื่อแนะนำเทคนิคหรือข้อควรระวังต่าง ๆ ทำโดยการแนะนำนักศึกษาที่ละกลุ่มในขณะที่ทำการทดลอง ซึ่งอาจารย์ผู้สอนจะต้องอธิบายการทดลอง วิธีการใช้งานอุปกรณ์ เครื่องมือวิเคราะห์และขั้นตอนการทำงานทุกครั้งที่มีการทดลอง และจากการที่วิชานี้ประกอบด้วยการทดลองหลายเรื่องจึงทำให้ต้องใช้อาจารย์ผู้สอนหลายท่าน นักศึกษาที่ยังรออาจารย์อยู่บางส่วนนั่งเล่นกัน บางส่วนทำการทดลองด้วยการทำแบบลองผิดลองถูก ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายทั้งในส่วนการทดลอง เครื่องมือ และการสูญเสียสารเคมี นักศึกษาทำการทดลองในแต่ละขั้นตอนอย่างล่าช้าเนื่องจากขาดทักษะปฏิบัติและไม่มีความมั่นใจ ทำให้ต้องทำการทดลองนอกเวลาโดยไม่มีอาจารย์ควบคุม นักศึกษาไม่วางแผนการทดลองล่วงหน้า เพียงแต่ทำการทดลองไปตามคู่มือการปฏิบัติการเท่านั้น และถ้าอาจารย์ดูแลการปฏิบัติการไม่ทั่วถึง นักศึกษาอาจจะได้ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อนได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา พบว่าคอมพิวเตอร์เป็นหนึ่งในความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ได้มีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของผู้คนมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา ด้านธุรกิจ ด้านการสื่อสารและโทรคมนาคม ด้านการขนส่ง หรือด้านอื่น ๆ อีกทั้งมีการผลิตเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในราคาที่ต่ำลง ผู้ใช้ทำงานโดยใช้สัญลักษณ์หรือไอคอน (Icon) แทนคำสั่งในการใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น การสื่อความหมายต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ไม่ได้ถูกจำกัดอยู่ที่ข้อความ แต่มีเสียง ภาพนิ่ง วิดิทัศน์และข้อความร่วมกันได้ สามารถสื่อความหมายโดยใช้สื่อหลายชนิดร่วมกันในรูปแบบสื่อประสม ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเรียนการสอนได้ (สถาพร สาธุการ. 2540 : 109) ตัวอย่างเช่นการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศ ทำเอกสารรายงาน ลงทะเบียนนักศึกษา ตรวจสอบสอบและคำนวณผลสอบ จัดระบบฐานข้อมูลนักศึกษา อาจารย์ ฐานข้อมูลหนังสือ ระบบอินเทอร์เน็ต และหนึ่งในการใช้คอมพิวเตอร์ทางการศึกษาคือการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) (กรรชิต มัลลยวงศ์. 2540 : 41-47) การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาในลักษณะของการนำเสนอการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ จัดเป็นสื่อการสอนรูปแบบหนึ่งที่ใช้ความมีประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียงเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละหน้าจอภาพในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา มีเป้า

หมายสำคัญคือการได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ (ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. 2541 : 7) ในส่วนข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 198) ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้น เป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่ มีการใช้สี ภาพลายเส้นที่มีการเคลื่อนไหวที่ได้ตลอดจนเสียงดนตรีที่จะเพิ่มความเหมือนจริงและดึงดูดใจผู้เรียนให้อยากรู้ ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ และคอมพิวเตอร์ยังช่วยบันทึกพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนการเรียนและกำหนดบทเรียนให้ผู้เรียนแต่ละคนและสามารถแสดงความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที ทำให้อาจารย์สามารถควบคุมดูแลนักศึกษาได้อย่างใกล้ชิด และจากลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกไม่ต้องอายเพื่อนเมื่อตอบคำถามผิด ในส่วนงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนิพนธ์ สุขปรีดี (2531 : 36-40) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนส่วนใหญ่พอใจกับการเรียนแบบอิสระด้วยระบบคอมพิวเตอร์และต้องการมีเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้เรียนวิชาต่าง ๆ ด้วยตนเองที่บ้าน และงานวิจัยของสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2537 : 173) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู จากงานวิจัยของบุรณะ สมชัย (2536 : บทคัดย่อ) เรื่องการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู-อาจารย์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าครูหรืออาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้ที่ทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI ได้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากที่สุด เบญญพร มหาพิรุณ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาแนวโน้มการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษาระดับอุดมศึกษาในปี พ.ศ.2545 (หลังแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8) โดยศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาของไทยจำนวน 22 คน พบว่า แหล่งทรัพยากรการเรียนที่จะนำมาใช้ได้แก่เครื่องฉายวิดีโอ สื่อบริบทวัสดุ (Software) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต การเรียนการสอนจะใช้แหล่งสารสนเทศแบบข่ายงานบริเวณเฉพาะที่ (Local Area Network, LAN) คอมพิวเตอร์ระบบสื่อประสม (Multimedia) เพื่อตอบสนองต่อความสนใจและความรู้ความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ในการจัดระบบการสอนในห้องเรียนที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นสอดคล้องกันมากได้แก่การให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่และจะมีการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเองสนองตอบต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ในการสอนจะเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากขึ้น หรือเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

เนื่องจากการเรียนภาคปฏิบัติและทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ใช้เป็นตัวแปรในการศึกษา และผู้วิจัยเห็นว่าการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการประกอบการทดลองจะช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมีได้ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นในลักษณะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ และแนะนำให้แก้ปัญหาด้วยการทดลองที่มีคำแนะนำประกอบการทดลองไว้ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองของนักศึกษาให้ดีขึ้น ประกอบกับห้องคอมพิวเตอร์ของภาควิชาที่เป็นระบบ LAN และอยู่ติดกับห้องปฏิบัติการเคมีทำให้นักศึกษาที่ทำการทดลองทางเคมีสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างสะดวก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองเรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำขึ้น

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ
2. เพื่อศึกษาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

### ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 3 การทดลอง คือ การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก การวิเคราะห์สี การวิเคราะห์ความขุ่นและปริมาณซัลเฟต ทำให้ทราบผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอื่นต่อไป

### ขอบเขตของการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นกลุ่มเดียวกันเนื่องจากนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 มีจำนวน 19 คน ผู้วิจัยจึงศึกษาจากกลุ่มประชากร ซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แขวงบางซื่อ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มนักศึกษาเป็น 8 กลุ่ม

กลุ่มละ 2 คนจำนวน 6 กลุ่ม และกลุ่มละ 3 คนจำนวน 3 กลุ่ม แบ่งโดยใช้ระดับคะแนนจากวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปสำหรับวิศวกร ที่นักศึกษาได้เรียนในชั้นปีที่ 1 มีขั้นตอนการแบ่งกลุ่มดังนี้ (1) นำคะแนนมาเรียงลำดับจากมากไปน้อย (2) แบ่งนักศึกษากลุ่มที่ได้คะแนนมาก 8 อันดับแรกเป็นกลุ่มที่ 1 (3) แบ่งนักศึกษาที่ได้คะแนนน้อย 8 อันดับแรกเป็นกลุ่มที่ 2 (4) นำนักศึกษาจากทั้งสองกลุ่มมาจับฉลากเพื่อจับคู่กัน ทำให้ได้นักศึกษา 8 คู่ซึ่งเป็นนักศึกษาจากกลุ่มคะแนนมากและคะแนนน้อย (5) จากนั้นนำนักศึกษา 3 คนที่คะแนนปานกลางมาจับฉลากเข้ากลุ่มเพื่อให้ได้นักศึกษา 8 กลุ่มตรงกับจำนวนการทดลองแต่ละสัปดาห์

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือวิธีการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
  - 2.2 ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

#### คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)

หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการนำเสนอเนื้อหาวิชาในลักษณะสื่อประสม (Multimedia) ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ในการถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนจะมีการถามคำถาม และรับคำตอบจากผู้เรียน และแสดงผลการเรียนรู้ในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับได้

#### คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง

หมายถึง การจัดกิจกรรมการศึกษาด้วยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอและสรุปเนื้อหาวิชา โดยแทรกคำถามให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและชี้ให้นักศึกษาแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเคมี มีลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบที่มีการทำกิจกรรมนอกจอภาพ (Off – Screen) ตามที่กำหนดไว้ในบทเรียน ซึ่งผู้เรียนอยู่ไม่ห่างจากเครื่องคอมพิวเตอร์

#### ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดของนักศึกษาแก้ปัญหาที่พบ ซึ่งวิธีที่นิยมนำมาใช้ฝึกนักศึกษามีวิธีหนึ่งคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และในการวิจัยนี้ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแบบของทบวงมหาวิทยาลัย โดยมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง ขั้นสรุปและนำผลไปใช้

1. **ขั้นระบุปัญหา** หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. **ขั้นตั้งสมมติฐาน** หมายถึงความสามารถในการให้คำอธิบาย ซึ่งเป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบหรือพิสูจน์ความถูกต้องในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป
3. **ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง** หมายถึงความสามารถในการหาข้อเท็จจริงเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. **ขั้นสรุปและนำผลไปใช้** หมายถึง ความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดและอภิปรายว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสมมติฐานที่ระบุไว้เพียงใด สามารถนำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายกัน

### **ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์**

หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐาน โดยการทดลอง ประกอบด้วย

1. **การออกแบบการทดลอง** หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง
2. **การปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง
3. **การบันทึกผลการทดลอง** หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของสังเกต การวัด และอื่น ๆ

### **วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมี**

หมายถึง รายวิชาที่มีการปฏิบัติการทดลองทางฟิสิกส์เคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม ที่ศึกษาเกี่ยวกับการหาค่าความหนาแน่น การหาจุดหลอมเหลว การหาค่าความหนืด การศึกษาสมบัติของสารด้วยเทคนิคทางสเปกโตรโฟโตเมตรี การแลกเปลี่ยนไอออน ระบบสมดุลของเหลวและไอ การศึกษาความเป็นกรดและด่าง การศึกษาค่าปริมาณความร้อนของการเผาไหม้

### **LAN (Local Area Network)**

หมายถึง เครือข่ายที่เชื่อมโยงแหล่งคอมพิวเตอร์ในพื้นที่เล็ก ๆ เช่น ในอาคารหรือในบริเวณมหาวิทยาลัย ในที่นี้หมายถึงเครือข่ายที่เชื่อมโยงในภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

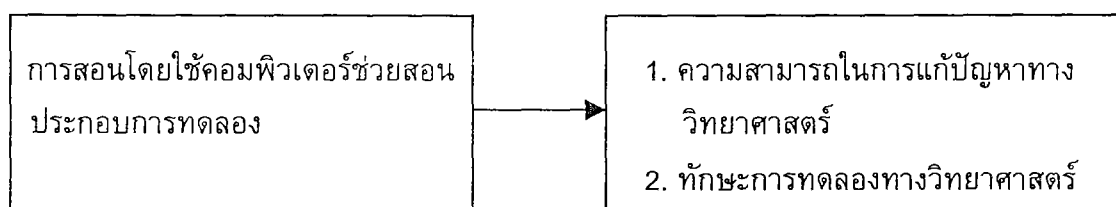
### แผ่นเรื่องราว (Storyboard)

หมายถึง อนุกรมของภาพร่างหรือภาพซึ่งเป็นตัวแทนของสาระหรือลำดับของวัสดุสื่อดิจิทัลที่จะผลิตขึ้นมาในที่นี้คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ซึ่งโดยทั่วไปจะสร้างขึ้นหลังจากมีการปรับแต่งและก่อนการเขียนสคริปต์

### บท (Script)

หมายถึง ลำดับของการบรรยายหรือการนำเสนอเนื้อหาที่เขียนขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตสื่อ ในที่นี้คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง โดยทั่วไปบทจะประกอบด้วยสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนภาพที่จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ กับส่วนเนื้อหาการบรรยายซึ่งมีรายละเอียดระบุไว้ว่าจะมีเสียงบรรยาย ข้อความ ภาพ หรือการเคลื่อนไหว การลบภาพ การนำเสนอแต่ละกรอบอย่างไร เป็นต้น

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

### สมมติฐานในการวิจัย

1. การศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำการทดลอง

2. การศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ทำให้ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำการทดลอง

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

#### 1. เอกสารเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

##### 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่าน ดังนี้

ชนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งมักจะเรียกว่า คอสแวร์ (Courseware) ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์สามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและภาพกราฟิก สามารถตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนรู้ในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง (2540 : 7) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

ดวงมัลย์ สัมมาวิภาวิกุล (2541 : 43) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI ย่อมาจาก Computer Assisted Instruction เป็นวิธีการเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์กัน (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 187) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับผู้เรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลจากผู้เรียนป้อนเข้าไป

ได้ในทันทีซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ในแต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบด้วย ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนไม่รู้สึกลำบากหน่าย ประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป

ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน (2541 : 8-9) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง วิธีการเรียนการสอนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งออกแบบไว้เพื่อนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอน และผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยมีการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์และผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที เนื้อหาสาระความรู้ (Information) ที่ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะที่สามารถกระตุ้นความสนใจผู้เรียนให้ติดตามอย่างต่อเนื่องด้วยการใช้ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง กราฟิก เสียง ฯลฯ เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อเรื่องที่ต้องการเรียนรู้แล้ว จะมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทบทวน และตรวจสอบตนเองดูว่ามีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด เมื่อคอมพิวเตอร์ให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้เรียนจะรู้ได้ทันทีว่ากิจกรรมที่ทำไปนั้นถูกต้องหรือไม่ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะนำเสนอเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในลำดับต่อไป

สรุป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ในลักษณะที่กระตุ้นความสนใจด้วยข้อความ ภาพ กราฟิก เสียง มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์มีการออกแบบภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้ โดยออกแบบและพัฒนาได้หลายรูปแบบเช่น แบบบทเรียน แบบทดสอบฝึกหัด เป็นสื่อชนิดหนึ่งช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

## 1.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบ ตามแนวคิดของนักการศึกษาและนักวิชาการสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้ (ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9-10; กิตานันท์ มลิทอง. 2536 : 187-191 ; สถาพร สาธุการ. 2539 : 118-119 ; ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. 2541 : 11-12 ; Lockard and others. 1990 :167-185)

1.2.1 ประเภททบทวนบทเรียน (Tutorial Instruction) บทเรียนแบบนี้เป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตามให้แก่ผู้เรียนในรูปแบบของคำถาม ภาพ เสียงหรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดจะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะเรียนเนื้อหาในบทนั้นอีกหรือจะเรียนบทใหม่ต่อไป ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไรหรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนใด เรียงลำดับในรูปแบบใด บทเรียนประเภทนี้นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการ

ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้ในแทบทุกวิชาตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ

สลัดดา ลอยฟ้า (2537 : 21-23) ได้อธิบายส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ว่าในเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้

1.2.1.1 การกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน กราฟิก สีและภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ จะสร้างความสนใจให้ผู้เรียนให้อยากที่จะเรียนและติดตามบทเรียน

1.2.1.2 การเสนอวัตถุประสงค์ของบทเรียนตอนเริ่มบทเรียน ผู้เรียนควรจะได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่เขาควรจะบรรลุ หลังจากจบบทเรียนแล้ว

1.2.1.3 การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อบทเรียนใหม่ โปรแกรมที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนระลึก หรือทบทวนความรู้หรือทักษะพื้นฐานในเวลาที่เหมาะสมและด้วยกิจกรรมที่เหมาะสม

1.2.1.4 การเสนอบทเรียน ซึ่งประกอบด้วยการเสนอสิ่งเร้า และการเสนอแนะแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น

1.2.1.5 การกระตุ้นให้ผู้เรียนให้ได้แสดงออกและจัดผลสะท้อนกลับที่เหมาะสมต่อทุกคำตอบของผู้เรียน จากการวิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน โปรแกรมที่ดีควรจัดบทเรียนซ่อมเสริม และแยกสาขาออกไปจากบทเรียน

1.2.1.6 การประเมินผล บทเรียนควรมีการประเมินผู้เรียนให้ผู้เรียนทราบว่าได้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ โปรแกรมสำเร็จรูปควรเก็บบันทึก สรุป และรายงานผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน

1.2.1.7 การช่วยให้การเรียนมีความคงทน และมีการถ่ายโยงการเรียนรู้ปกติแล้วในโปรแกรมช่วยสอนโดยทั่วไปมักขาดคุณสมบัติข้อนี้ แต่อย่างไรก็ตามคุณสมบัติดังกล่าวเป็นคุณสมบัติที่สำคัญและไม่ควรละเลย เป็นการจัดทบทวนและจัดเรียงลำดับบทเรียนให้เหมาะสมสำหรับช่วงเวลาการนำเสนอบทเรียนในแต่ละช่วงย่อย ๆ วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการทบทวนและฝึกคือการใช้ทักษะที่เรียนมาแล้วในครั้งก่อนมาใช้ในกิจกรรมที่กำลังจะเรียนใหม่สำหรับการพัฒนาการถ่ายโยงความรู้ อาจทำได้โดยการจัดเสนอตัวอย่างและการฝึกหัดในหลาย ๆ รูปแบบ

1.2.2 ประเภทแบบฝึกหัด (Drills and Practice) บทเรียนในการฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่าเพื่อให้ผู้เรียนตอบ แล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้น

จนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้วผู้เรียนจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดนี้จะสามารถใช้ได้หลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษา เป็นต้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ได้รับความนิยมมากโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนที่สำคัญได้โดยครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำอีก

1.2.3 ประเภทสถานการณ์จำลอง (Simulation) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยจัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลองอาจจะประกอบด้วยการเล่นข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่ว หรือให้ผู้เรียนตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem - Solving) และการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลองนี้จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมการสาธิต (Demonstration) โปรแกรมนี้มิใช่เป็นการสอนเหมือนกับโปรแกรมการสอนแบบธรรมดาซึ่งเป็นการเสนอเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แต่โปรแกรมการสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น เช่น ในการเสนอสถานการณ์จำลองของระบบสุริยจักรวาลว่ามีดาวนพเคราะห์อะไรบ้างที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ในโปรแกรมนี้อาจมีการสาธิตแสดงหมุนรอบตัวเองของดาวนพเคราะห์เหล่านั้น และการหมุนรอบดวงอาทิตย์ให้ชมด้วย

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537 : 23-24) ได้สรุปพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลองดังนี้

- 1.2.3.1 มีส่วนร่วมในบทบาทสมมติในแต่ละบทบาท และต้องให้เหมือนจริงที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 1.2.3.2 หาผลสรุปและเลือกทางเลือก
- 1.2.3.3 รับผลการป้อนกลับจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผลจากการเลือกของผู้เรียน
- 1.2.3.4 ปรับกรอบการเสริมแรง เพื่อเลือกทางเลือกใหม่ซึ่งคำนึงจากผลการป้อนกลับที่ได้รับ
- 1.2.3.5 ประยุกต์ความรู้ที่เรียนรู้แล้วไปใช้ในการเลือกตัดสินใจครั้งต่อไป

1.2.3.6 วิเคราะห์สถานการณ์ก่อนที่จะตัดสินใจ

1.2.3.7 นำความรู้พื้นฐานมาใช้ ในการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเลือกทางเลือก

1.2.3.8 ประเมินผล การป้อนกลับที่ได้รับจากการเลือก

1.2.3.9 ทำความเข้าใจเนื้อหาภายในกรอบของงานในแต่ละโปรแกรม

ในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลองมาใช้ ผู้สอนควรเลือกสถานการณ์จำลองที่เหมาะสมกับเนื้อหาในหลักสูตรมากกว่าัดแปลงเนื้อหาในหลักสูตรให้เหมาะสมกับสถานการณ์จำลอง ครูควรจัดห้องเรียนและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน โดยผ่านสถานการณ์จำลองเพื่อให้การเรียนรู้ได้บรรลุตามจุดประสงค์ของบทเรียน

1.2.3.10 เตรียมผู้เรียนให้เข้าใจกระบวนการ ขั้นตอน และตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์จำลอง ผู้สอนอาจช่วยแนะนำเกี่ยวกับวิธีการแยกแยะว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ กฎเกณฑ์ การโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ จะต้องถูกนำมาอภิปรายเพื่อให้เข้าใจได้ถูกต้อง

1.2.3.11 ตรวจสอบและประเมินผลการเรียนของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ครูทราบว่านักเรียนสามารถเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าไม่ครูอาจจำเป็นต้องสอดแทรกและย้ำให้นักเรียนเห็นลักษณะที่สำคัญของสถานการณ์จำลอง

1.2.3.12 สรุปความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียน โดยผ่านสถานการณ์จำลอง โดยสรุปร่วมกับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ และได้รับความรู้จากผู้เรียนอื่น ๆ

1.2.3.13 ควรใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลอง หลังจากที่ได้ครูได้จูงใจให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียน บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนต่อผู้เรียน ทบทวนความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็น เสนอสิ่งเร้าและแนะแนวทางการเรียนแก่ผู้เรียน

1.2.3.14 สถานการณ์จำลอง ควรเป็นเพียงกิจกรรมส่วนหนึ่งในหลาย ๆ กิจกรรมของการเรียนการสอนในห้องเรียน

1.2.4 ประเภทเกมการศึกษา (Instruction Games) การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้ง่าย ผู้สอนสามารถใช้เกมการสอนเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นเรื่องของกฎเกณฑ์แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทักษะคิด ตลอดจนทักษะต่าง ๆ นอกจากนี้การใช้เกมายังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอยหรือฝันกลางวันซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันกันจึงทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันในส่วนบทบาทของผู้แข่งขันที่เพิ่มเข้าไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยัง

สามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้

สุลัดดา ลอยฟ้า (2537 : 25) สรุปว่า เกมคอมพิวเตอร์ควรเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน ที่สำคัญคือจะต้องพยายามใช้เวลาในการเตรียมนักเรียนให้พร้อมก่อนที่จะเล่นเกม และใช้เวลาสรุปเนื้อหาหรือความรู้ที่ได้หลังจากการเล่นเกมนักเรียนทั้งนี้เพราะกิจกรรมนำและกิจกรรมหลังการเล่นเกมจะช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่เหมาะสมรวมทั้งทำให้เกมมีคุณค่าต่อการเรียนมากที่สุด

1.2.5 ประเภทการค้นพบ (Discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองมากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น นักขายที่มีความสนใจจะขายสินค้าเพื่อเอาชนะคู่แข่ง โปรแกรมจะจัดให้มีสินค้ามากมายหลายประเภทเพื่อให้นักขายทดลองจัดแสดงเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า และเลือกวิธีการดูว่าจะขายสินค้าประเภทใดด้วยวิธีการใดจึงจะทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าควรจะมีวิธีการขายอย่างไรที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้

1.2.6 ประเภทการแก้ปัญหา (Problem – Solving) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจโดยมีการกำหนดเงื่อนไขแล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเงื่อนไขนั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยให้ผู้เรียนในการแก้ปัญหา ถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหาโดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง

1.2.7 ประเภทการทดสอบ (Test) เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบคือ โปรแกรมลักษณะที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป ผู้เรียนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากรูปแบบแผนเก่า ๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีกด้วย

เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบ แล้วแต่การออกแบบและพัฒนา เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา กิจกรรมที่จะนำไปใช้ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนบทเรียน (Tutorial Instruction) ในการเสนอเนื้อหา เสนอ คำถาม และมีสถานการณ์ปัญหาให้นักศึกษาต้องแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติการทดลอง

### 1.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้สรุปข้อข้อดีหรือข้อได้เปรียบและข้อ จำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ (มาโนชัย ไชยสวัสดิ์. 2540 : 26 ; กิตานันท์ มลิทอง. 2536 : 198 ; ดวงมัลย์ สัมมาวิภาวิกุล. 2541 : 46-47 ; สถาพร สาธุการ. 2539 : 111 ; สุทธิ พงศ์ หกสุวรรณ. 2538 : 27 ; ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 2541 : 20-22)

ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่
2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่มีการเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรีจะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และดึงดูดใจผู้เรียนให้อยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น
3. ใช้เป็นบทเรียนที่เรียนด้วยตนเองหรือเอกัตบุคคล คือผู้เรียนสามารถที่จะเรียนได้ตามเวลาที่ผู้เรียนสะดวกโดยไม่ต้องมีใครบังคับ ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเองจะเรียนได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานและความสามารถของผู้เรียนเอง
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้
5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนและทำงานกับโปรแกรมที่กว้างขวาง และผู้เรียนได้เรียนแบบ Active Learning ตลอดจนการเรียนแก้ปัญหาที่สลับซับซ้อนมากกว่าการสอนแบบปกติ
6. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างช้า ๆ โดยไม่ต้องอายผู้อื่นและไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด
7. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจได้ง่าย
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่องานตัวเอง ผู้เรียนต้องควบคุมการเรียนด้วยตนเอง
9. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้สอนมีเวลามากขึ้นที่จะสร้างความสัมพันธ์กับผู้เรียนและช่วยเหลือผู้เรียนแต่ละคน

10. ประหยัดเวลาและงบประมาณในการจัดการเรียนการสอน โดยลดความจำเป็นที่จะต้องใช้ครูสอนที่มีประสบการณ์หรือเครื่องมือที่มีราคาแพงและอันตราย

11. ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับโปรแกรม ซึ่งทำให้ผู้เรียนจะมีความรู้สึกเหมือนว่าตนเองได้พูดคุยกับใครคนหนึ่งก่อให้เกิดความรู้สึกมีอารมณ์ขัน ชอบใจ ไม่ชอบใจ และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนด้วย

12. ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องรู้ภาษาคอมพิวเตอร์ หรือมีความรู้ทักษะด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ และเสียเวลาในการเรียนรู้การใช้โปรแกรมน้อย

13. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้

14. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

15. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

16. ผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับให้ผู้เรียนต้องเรียนรู้จริงก่อนจึงผ่านบทเรียนนั้นได้

17. ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้วได้

18. ผู้เรียนเรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนปกติ ทำให้ใช้เวลาในการเรียนน้อยลง

19. ผู้เรียนเรียนเป็นขั้นตอนจากง่ายไปยาก

20. ไม่เสียเวลากับการเรียนรู้แนวทางที่ผิด เนื่องจากผู้พัฒนาระบบสามารถแทรกคำอธิบายต่าง ๆ ลงในบทเรียน เช่นทุกครั้งที่มีผู้เรียนตอบคำถามผิด จะมีข้อความขึ้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่จะเฉลยพร้อมทั้งอธิบายคำตอบที่ถูกต้อง

21. ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

22. ครูมีเวลาศึกษาดำรงและพัฒนาความสามารถให้มากขึ้นได้

23. ครูสามารถทราบความสามารถของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง  
ข้อจำกัดของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. จะต้องมีระบบคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้ได้ หมายถึง สถานที่ศึกษาจะต้องลงทุนซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือผู้เรียนต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้าน

2. ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อจะเรียกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นผู้เรียนจะต้องผ่านขั้นตอนของการศึกษาการใช้ควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยเหตุนี้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์จึงมีความจำเป็น

3. ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาในบางสถานะนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษาด้วย

4. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้นนับว่ายังมีน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่น ๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวนและขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนวิชาต่าง ๆ

5. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่าซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของ IBM ไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของ Macintosh ได้

6. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้น นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างมาก ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น

7. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้าจึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

8. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

9. หากผู้เรียนได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจนเกิดความเคยชินแล้ว จะทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะใช้คอมพิวเตอร์น้อยลง

10. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเรียน กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งทำให้การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อจำกัดใช้ได้อยู่เฉพาะในเขตตัวเมืองที่มีสภาพพร้อมเพียงไม่สามารถใช้กับชนบทที่ห่างไกลที่ยังขาดปัจจัยขั้นพื้นฐานได้ เช่นไม่มีไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

จากการสรุปข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากนักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญ พบว่าการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนมีข้อดีหลายประการซึ่งผู้วิจัยเห็นประโยชน์ในการนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ส่วนข้อจำกัดในการใช้งานเช่นสิ่งแวดล้อมในการเรียนเกี่ยวกับห้องเรียน สถานที่ การรองรับโปรแกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบต่างกัน ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน ผู้วิจัยพยายามลดข้อจำกัดเหล่านี้ด้วยการใช้โปรแกรมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ได้ทุกระบบ การนำเสนอบทเรียนรูปแบบสื่อประสมทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายและ

เสียงเพลงเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ประกอบกับสถานที่ของห้องปฏิบัติการทดลองทางเคมี อยู่ติดกับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เพียงพอและผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว ทำให้เกิดความสะดวกในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ ประกอบการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

#### 1.4 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนการสอนแบบรายบุคคลประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ หลักการของบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) ของสกินเนอร์ (Skinner) และเครื่องช่วยสอนของเพรสซี่ (Pressey) มาผสมผสานกันโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อแทนสิ่งพิมพ์ทำให้บทเรียนมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเพราะคอมพิวเตอร์สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนโปรแกรมได้ เช่น ความเร็วในการเสนอเนื้อหา การซ่อนคำตอบ การเสริมแรง เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนดังนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2542 : 69-71)

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียนและบอกจุดประสงค์ของการเรียน เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว เขาสามารถทำอะไรได้บ้าง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการในรูปแบบที่น่าสนใจได้ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะภาพเคลื่อนไหว เสียงหรือผสมผสานหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนให้มุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียน บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนหรือมีรายการ (Menu) เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ และผู้เรียนสามารถจัดลำดับการเรียนรู้ก่อนหลังได้ด้วยตัวเอง

2. ขั้นการเสนอเนื้อหา เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในเรื่องใดแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอเนื้อหานั้นออกมาที่ละกรอบ (Frame) ในรูปแบบที่เป็นตัวอักษร ภาพ เสียง ภาพกราฟิก และภาพเคลื่อนไหวเพื่อสร้างความสนใจในการเรียน และสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่าง ๆ แต่ละกรอบ หรือเสนอเนื้อหาเรียงลำดับไปที่ละอย่างทีละประเด็นโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเองเพื่อที่จะให้ได้เรียนรู้ได้มากที่สุดตามความสามารถและมีการชี้แนะหรือการจัดเนื้อหาสำหรับการช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. ขั้นคำถามและคำตอบ หลังจากเสนอเนื้อหาของบทเรียนไปแล้ว เพื่อที่จะวัดผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วเพียงใดก็จะมีบททวนโดยการให้ทำแบบฝึกหัด และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น ให้ทำแบบฝึกหัดชนิดคำถาม แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจมากกว่าแบบทดสอบธรรมดาและผู้เรียนตอบคำถามผ่านทางแป้น

พิมพ์หรือเมาส์ (Mouse) นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ด้วย ถ้าผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ในเวลาที่กำหนดไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอความช่วยเหลือให้

4. ขั้นการตรวจคำตอบ เมื่อระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับคำตอบจากผู้เรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบ การแจ้งผลอาจแจ้งเป็นแบบข้อความ กราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่นการให้คำชมเชย เสียงเพลง หรือให้ภาพกราฟิกสวย ๆ และถ้าผู้เรียนตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกใบ้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้คำถามนั้นใหม่ เมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเวียนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนในหน่วยนั้น ๆ

5. ขั้นของการปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำการประเมินผลของผู้เรียนโดยการทำแบบทดสอบ ซึ่งจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถสุ่มข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่ได้สร้างเก็บไว้และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการที่ทำในครั้งแรก ๆ นั้นได้หรือแอบไปรู้คำตอบนั้นมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการทำแบบทดสอบของตนเองว่าผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ทันที รวมทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบอกเวลาที่ใช้ในการเรียนในหน่วยนั้น ๆ ได้ด้วย เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีขั้นตอนทั้ง 5 เรียงไปตามลำดับ คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการเสนอเนื้อหา ขั้นคำถามและคำตอบ ขั้นการตรวจคำตอบ ขั้นตอนการปิดบทเรียน โดยมีการทำการทดลองแทรกอยู่หลังการนำเสนอเนื้อหาเพื่อให้ให้นักศึกษาได้หาคำตอบ และนำมาตอบคำถามหลังการทดลอง และจึงสรุปบทเรียน

### 1.5 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรสแสง (2541 : 27-39) เสนอว่าขั้นตอนในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขั้นตอนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สนใจสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติก่อนที่จะลงมือสร้าง เพราะการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยไม่มีขั้นตอนการออกแบบที่แน่ชัดนั้น นอกจากจะทำให้เกิดการเสียเวลาแล้ว ยังอาจส่งผลให้ได้งานที่ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่มีประสิทธิภาพได้

#### 1.5.1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

1.5.1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objective)

การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียน คือ การตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด กล่าวคือ เป็นบทเรียนหลัก เป็นบทเรียนเสริม เป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติมหรือเป็นแบบทดสอบ ฯลฯ รวมทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน คือ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้ว จะสามารถทำอะไรได้บ้าง เช่น ผู้เรียนจะสามารถยกตัวอย่างได้หรืออธิบายได้ เป็นต้น ก่อนที่จะกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการเรียนได้นั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทราบพื้นฐานของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย (Target Audience) เสียก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการกำหนดวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมไม่ง่ายหรือยากจนเกินไป สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

#### 1.5.1.2 รวบรวมทรัพยากร (Collect Resources)

การรวบรวมทรัพยากรหมายถึง การเตรียมพร้อมทางด้านทรัพยากรสารสนเทศ (Information Resources) ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของเนื้อหา (Materials) การพัฒนาและออกแบบบทเรียน (Instructional Development) และสื่อในการนำเสนอบทเรียน (Instructional Delivery System) คือคอมพิวเตอร์นั่นเอง ทรัพยากรในส่วนของเนื้อหาได้แก่ ตำรา หนังสือ วารสารทางวิชาการ หนังสืออ้างอิง สไลด์ ภาพต่าง ๆ และที่สำคัญคือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหานั้น ส่วนทรัพยากรในส่วนของกระบวนการออกแบบบทเรียนได้แก่ หนังสือการออกแบบบทเรียน กระดาษสำหรับวาดสตอรี่บอร์ด สื่อสำหรับการทำกราฟิก โปรแกรมประมวลผลคำและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน ทรัพยากรในส่วนของสื่อที่ใช้ในการนำเสนอได้แก่ คอมพิวเตอร์ คู่มือต่าง ๆ ทั้งของคอมพิวเตอร์และของโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต้องการใช้และผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 1.5.1.3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)

ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หากเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาก็จะต้องหาความรู้ด้านการออกแบบบทเรียน หรือหากเป็นผู้ออกแบบบทเรียนก็จะต้องหาความรู้ด้านเนื้อหาควบคู่กันไป การเรียนรู้เนื้อหาเป็นสิ่งที่สมควรอย่างยิ่งสำหรับผู้ออกแบบเนื่องจากความไม่รู้เนื้อหานี้จะทำให้เกิดข้อจำกัดในการออกแบบบทเรียน ไม่สามารถออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพได้ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของกระบวนการ การชี้แนะทางการเรียนรู้ การนำเสนอเนื้อหา การให้ผลป้อนกลับ ตลอดจนการทดสอบความรู้ของผู้เรียน

#### 1.5.1.4 สร้างความคิด (Generate Ideas)

คือการระดมสมอง หมายถึงการกระตุ้นการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะเวลาอันสั้น

### 1.5.2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

#### 1.5.2.1 ทอนความคิด (Elimination of Ideas)

หลังจากการระดมสมองแล้วนักออกแบบจะนำความคิดทั้งหมดมาประเมินว่า ข้อคิดใดที่น่าสนใจ การทอนความคิดเริ่มจากตัดเอาข้อคิดที่ไม่อาจปฏิบัติได้ เนื่องจากเหตุผลใดก็ตามหรือข้อคิดที่ซ้ำซ้อนกันออกไป

#### 1.5.2.2 วิเคราะห์งานและแนวคิด (Task and Concept Analysis)

การวิเคราะห์งาน (Task Analysis) เป็นการพยายามในการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด (Concept Analysis) เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพินิจพิจารณาทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและเนื้อหาที่มีความชัดเจน ขั้นตอนนี้ถือว่ามีความสำคัญมากเพื่อหาหลักการเรียนรู้ (Principles of Learning) ที่เหมาะสมของเนื้อหานั้น ๆ และเพื่อให้ได้มาซึ่งแผนงานสำหรับการออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

#### 1.5.2.3 วิเคราะห์ลักษณะบทเรียนขั้นแรก (Preliminary Lesson

Description)

หลังจากที่มีการวิเคราะห์งานและแนวคิดผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มานั้นมาผสมผสานกันภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้ ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะวาทเรียนจะมีรูปร่างหน้าตาอย่างไร หรือจะเป็นงานที่สำเร็จหรือล้มเหลวสำหรับผู้เรียนอย่างไร ขึ้นอยู่กับผลของการวิเคราะห์งานในขั้นนี้

#### 1.5.2.4 การประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and Revision of the Design)

การประเมินเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำอยู่เรื่อยเป็นระยะ ๆ ระหว่างการออกแบบ ไม่ใช่หลังจากการออกแบบโปรแกรมเสร็จแล้วเท่านั้น

#### 1.5.3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ผังงานคือชุดของสัญลักษณ์ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญทั้งนี้ก็เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นี้จะสามารถถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ซึ่งแสดงกรอบการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์ การเขียนผังงานจะไม่นำเสนอรายละเอียดหน้าจอเหมือนการสร้างสตอรี่บอร์ด หากการเขียนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผังงานทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม อาทิเช่น อะไรจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิดหรือเมื่อไรที่จะมีการจบบทเรียน เป็นต้น

#### 1.5.4 ขั้นตอนการสร้างแผ่นเรื่องราว (Create Storyboard)

การสร้างแผ่นเรื่องราว (Storyboard) เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบสื่อประสมลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป ขณะที่ผังงานนำเสนอลำดับและขั้นตอนของการตัดสินใจ แผ่นเรื่องราวจะนำเสนอเนื้อหาและลักษณะของ

การนำเสนอ ขั้นตอนการสร้างแผนเรื่องรวรวมไปถึงการเขียนบทที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอ ซึ่งได้แก่ เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ

#### 1.5.5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนการสร้าง/การเขียนโปรแกรมนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนแผนเรื่องรวมให้กลายเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้สร้างบทเรียนจะต้องใช้เวลาในการเลือกโปรแกรมที่เหมาะสม แต่ละโปรแกรมมีข้อได้เปรียบเสียเปรียบแตกต่างกันออกไป บางโปรแกรมมีลักษณะเพิ่มเติมที่ช่วยให้การออกแบบบทเรียนประเภทใดประเภทหนึ่งเป็นไปได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น

#### 1.5.6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทคือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่าง ๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมทั่วไป เช่น ใบงาน แผนภาพ ข้อสอบ ภาพประกอบหรือเอกสารที่ใช้ประกอบการเรียนต่าง ๆ เป็นต้น

#### 1.5.7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ในช่วงสุดท้าย บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรที่จะได้รับการประเมินโดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอั้นผู้ที่ควรทำการประเมินควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังอาจทดสอบความรู้ผู้เรียนหลังจากที่ได้ทำการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ๆ แล้ว

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองเพื่อใช้เป็นบทเรียนหลักในการศึกษา โดยกระทำตามขั้นตอนการออกแบบทั้ง 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเตรียม 2) ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน 3) ขั้นตอนการเขียนผังงาน 4) ขั้นตอนการสร้างแผนเรื่องรวม 5) ขั้นตอนการสร้างและเขียนโปรแกรม 6) ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน 7) ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองที่ตรงกับวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ

### 1.6 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากการที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาหลากหลายรูปแบบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เป็นการนำมาใช้ในลักษณะหนึ่งที่ทำได้ทั้งในรูปแบบเกมการศึกษา แบบ

ฝึกหัด โปรแกรมการแก้ปัญหา บทเรียนช่วยสอน ซึ่งเอสปิโนซา (Espinosa. 1990 : 2) กล่าวว่าโปรแกรมที่จะนำมาใช้ควรมีลักษณะเบื้องต้นดังนี้

1. มีโครงสร้างที่แน่นอน ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบใด เช่นสถานการณ์จำลองหรือการแก้ปัญหา หรือผสมผสานกัน เพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการสร้าง มีการวิเคราะห์ประเมินผลการเรียน

2. มีบทแนะนำให้นักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างเต็มที่

3. มีการประเมินผลให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างน้อยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของผู้สร้าง

4. เก็บบันทึกข้อมูลความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคนได้

ได้มีผู้กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในหลายลักษณะดังนี้

เคริสเลย์และคณะ (Kearsley and others. 1992 : 64) กล่าวว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ที่พบอยู่โดยทั่วไปใน 4 ลักษณะ คือ

1. ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ โดยเฉพาะในการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านฟิสิกส์ เช่น ในการหาค่าความเป็นกรด – ด่าง วัดอุณหภูมิ เป็นต้น การใช้ลักษณะนี้จะต้องต่อเข้ากับหัววัด

2. ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ฐานข้อมูล การคำนวณผลการทดลองในการวิเคราะห์ผลการทดลอง โปรแกรมกราฟิกในการนำเสนอข้อมูล

3. ใช้เป็นเครื่องมือแสดงสถานการณ์จำลอง สร้างรูปแบบ ภาพจำลองที่สังเกตจากการทดลองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จากข้อจำกัดของอัตราความเร็ว ระยะทาง ขนาด ความยุ่งยากซับซ้อนของโครงสร้าง เป็นต้น

4. ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างนักศึกษาต่างสถาบันกัน ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ศึกษาร่วมกันแต่ศึกษาคนละสภาวะ (สถานที่) นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในการประมวลผลคำ (Word Processor) การจัดการฐานข้อมูล (Database)

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในการปฏิบัติการทดลอง โดยครูอาจจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานข้อมูลให้แก่นักเรียนในการแก้ปัญหาที่นักเรียนสนใจ นักเรียนจะเป็นคนออกแบบการทดลองเองจากปัญหาที่นักเรียนสนใจ และหาข้อมูลจากข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองในคอมพิวเตอร์ และใช้คำนวณงานที่ยุ่งยากให้ง่ายขึ้นโดยที่นักเรียนสามารถเข้าใจ มโนคติทางทฤษฎีได้เช่นเดียวกับการคำนวณเอง และทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากยิ่งขึ้น (Kearsley. 1995 : 68)

เมอร์ริลและคณะ (Merrill and others. 1992 : 226-281) ได้กล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ว่า คอมพิวเตอร์สามารถประยุกต์ใช้งานวิทยาศาสตร์ได้หลายอย่างเช่น การจัดทำหลักสูตร จัดเก็บข้อมูล การจัดระบบ การทำรายงาน คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ช่วยครูสอนวิทยาศาสตร์เรื่อง

การทำสถานการณ์จำลอง การเก็บข้อมูล การบันทึกพัฒนาการของนักเรียน สามารถแบ่งการใช้งานในการนำไปสอนวิทยาศาสตร์ตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการปฏิบัติการ โดยต่อหัววัดเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วบันทึกผลเช่นการวัดอุณหภูมิ วัดความเข้มแสง หรือใช้ในการแนะนำการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

2. ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างนักศึกษาต่างมหาวิทยาลัย โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) หรือทางอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างเช่นการร่วมมือของนักศึกษาหลายมหาวิทยาลัยที่จัดทำโดยบริษัทแมกกรอฮิล (McGraw-Hill) ทำการทดลองการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชโดยใช้ดินจากที่ต่าง ๆ กัน มีการรายงานผลการเจริญเติบโตทางอินเทอร์เน็ตทุกวัน และได้รับความร่วมมือในการสอบถามข้อมูลเรื่องดินและอุณหภูมิจากสถานที่ต่าง ๆ เช่นโคลัมเบีย แคนาดา อเมริกา

3. ใช้งานจากโปรแกรมการทำงานของคอมพิวเตอร์เพื่อการบันทึกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ในลักษณะของ ฐานข้อมูล โปรแกรมประมวลผลคำ โปรแกรมด้านกราฟิก

4. สร้างสถานการณ์จำลอง ได้รับความสนใจและพัฒนาในลักษณะมัลติมีเดียมากขึ้น เช่นมีการทำเป็นเกมเรื่อง เซอร์ ไอแซค นิวตัน เกมศึกษาเกี่ยวกับกฎของนิวตัน นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

คอลลิส (Collis. 1988 : 184-185) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ในด้านการทำสถานการณ์จำลอง การบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลออกมาในรูปของกราฟหรือประมวลผลข้อมูล และพบว่านักเรียนส่วนมากใช้คอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือสำหรับแสดงผลการทดลอง ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แปลผลข้อมูลออกมาในรูปกราฟ

2. เป็นเครื่องมือเพื่อการคำนวณอย่างรวดเร็ว

3. เป็นเครื่องมือในการเก็บสะสมข้อมูลผลการทดลอง

ในด้านการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการทางเคมี กลุ่มทำงานเรื่อง Chemlab and Chemistry Education (Model Science Software. 1999. Online) ได้กล่าวไว้ว่า

1. เนื่องจากการทำปฏิบัติการทดลองเป็นสิ่งสำคัญที่ครูและนักเรียนจะต้องไม่ละทิ้ง เพราะการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงเป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรง

2. นักเรียนไม่จำเป็นต้องทำการทดลองที่โรงเรียน อาจจะทำที่บ้านหรือที่อื่น ๆ ตามแต่สะดวกแล้วส่งผลการทดลองให้ครูทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)

3. เราสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นสถานการณ์จำลองสาธิตขั้นตอนการดำเนินงานก่อนทำการทดลองที่มีอันตราย หรือการทดลองที่ใช้เวลานาน เช่นการทดลอง

ทางชีววิทยาที่อาจจะต้องรอเก็บข้อมูลนาน และอาจพัฒนาไปในรูปแบบเกมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ทำการทดลองได้อย่างปลอดภัยและได้ประสบการณ์ที่ดีกว่า เพราะมีการเตรียมพร้อมก่อนการทำการทดลอง

4. ครูสามารถวางแผนขั้นตอนการทำการทดลองให้นักเรียนได้อย่างถี่ถ้วน
5. ครูไม่ต้องตอบคำถามว่า “จะอย่างไรกับอุปกรณ์นี้”
6. ครูไม่ต้องตอบคำถามซ้ำ ๆ กันให้นักเรียนตลอดทั้งห้อง
7. ลดการสูญเสียอุปกรณ์และสารเคมีจากการทำการทดลองที่ไม่ได้มีการเตรียม

ตัว

จากการศึกษาเอกสารเรื่องการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่าสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ได้หลายลักษณะ สำหรับการนำมาใช้ในการสอนภาคปฏิบัติการในวิชาเคมีซึ่งผู้เรียนควรได้ทำการทดลองจากการปฏิบัติจริง ผู้สอนสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบการสอนได้ในลักษณะการนำเสนอเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนก่อนการทำการทดลอง ลดการสูญเสียอุปกรณ์และสารเคมี และผู้สอนสามารถดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษาได้ โดยกำหนดรูปแบบกิจกรรมที่นักศึกษามีการทำกิจกรรมนอกจอภาพ (Off Screen) ตามที่กำหนดไว้ในบทเรียนซึ่งนักศึกษาจะอยู่ไม่ห่างจากคอมพิวเตอร์ (สุพิทย์ กาญจนพันธ์. 2541 : 176) และการทำกิจกรรมนอกจอภาพนี้เป็นเทคนิคที่ได้ดัดแปลงมาจากเทคนิควิธีของวิดีโอทัศน์ปฏิสัมพันธ์ (Interactive Video) (มนัส บุญประกอบ. สัมภาษณ์. 2543) ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมี เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

### 1.7 การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเคมี

เนื่องจากวิศวกรรมเคมี เป็นสาขาวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอน กระบวนการเปลี่ยนแปลง องค์ประกอบ คุณสมบัติ และชนิดของมวลสาร ในแง่ของขอบข่ายการปฏิบัติงานแล้ววิศวกรรมเคมีจัดเป็นงานที่ต้องประยุกต์ใช้ความรู้จากหลายสาขารวมเข้าด้วยกัน (Interdisziplinary) (สุริยันต์ เทียมเพชร. 2540 : 10) เป็นการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ทางเคมีเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม และปัจจุบันโลกมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้ศาสตร์ต่าง ๆ ต้องมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงเพื่อให้ทันกับวิวัฒนาการที่ก้าวหน้าขึ้น วิศวกรรมเคมีก็เป็นศาสตร์หนึ่งที่ต้องก้าวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและสามารถรับมือได้กับอนาคตที่จะเกิดขึ้น จากการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมเคมีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 6 ที่จัดขึ้น ณ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ.2539) ได้เสนอว่านอกจากความรู้หลักทั้งในวิชาแกนและวิชาเลือกแล้ว ในระบบการเรียนการสอนยังต้องเพิ่มทักษะในการทำงานและเพิ่มโอกาสให้เกิดการ

พัฒนาด้วยเพื่อให้บัณฑิตมีความสามารถที่จะใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์มากที่สุด คอมพิวเตอร์ก็เป็นหนึ่งในทักษะที่ต้องให้บัณฑิตได้มีโอกาสได้ใช้ เนื่องจากในการปฏิบัติงาน คอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากตั้งแต่งานเอกสารในสำนักงาน การจัดเก็บข้อมูล การวางแผนต่าง ๆ ไปจนถึงการออกแบบ การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ ในโรงงาน ดังนั้นทักษะทางด้านคอมพิวเตอร์จึงจำเป็นมากในการทำงานในปัจจุบันและอนาคต (ถิราวุธ พงศ์ประยูร. 2540 : 22-26)

การประกาศรับสมัครบุคลากรด้านวิศวกรรมศาสตร์มักมีข้อความแสดงความต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในด้าน CAD/CAM โดยเฉพาะงานอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูง คำที่พบบ่อย ๆ ได้แก่คำว่า CAD ย่อมาจากคำว่า Computer – Aided Design ซึ่งหมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบงานด้านวิศวกรรม ส่วนคำว่า CAM ย่อมาจาก Computer – Aided Manufacturing หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม คำว่า CADD ย่อมาจาก Computer – Aided Design and Drafting ซึ่งหมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ

ตัวอย่างของระบบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรมเช่น ในกระบวนการออกแบบและการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล จะเริ่มโดยวิศวกรนักออกแบบจะร่างแบบขึ้นก่อนแล้วส่งแบบร่างไปให้ช่างเขียนแบบเขียนให้สมบูรณ์ วิศวกรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องจะใช้แบบนี้คำนวณหาคุณสมบัติต่าง ๆ ทางกายภาพ เช่นพื้นที่ผิว ปริมาตรและน้ำหนักหรือพิจารณาหาความเค้นหรือระยะการงอตัว การนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานวิศวกรรมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการออกแบบการผลิตดังที่กล่าวถึงข้างต้นอย่างมากมาย ทุกวันนี้ระบบ CAD/CAM ทำงานแทนช่างเขียนแบบ วิศวกรนักออกแบบ วิศวกรนักวิเคราะห์ และวิศวกรการผลิตอุตสาหกรรมทั้งหมด การร่างแบบขึ้นส่วนโดยตรงในจอภาพคอมพิวเตอร์ ทำได้โดยใช้ปากกาแสงหรือโต๊ะเขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electrosensitive Graphics Table) จากนั้นจึงใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่ในระบบ CAD/CAM ปรับปรุงแก้ไขแบบที่ออกแบบไว้ในตอนต้น นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังสามารถช่วยคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาความเค้นและหาคุณลักษณะของหน้าตัดต่าง ๆ อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งการกระทำเช่นนี้จะเป็นกระบวนการออกแบบที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างคอมพิวเตอร์และวิศวกร พัฒนาการของระบบ CAD/CAM เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นอิทธิพลของคอมพิวเตอร์ที่มีต่อวิชาชีพวิศวกรรม มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านกล่าวว่า ในยุคคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะเข้ามาทำหน้าที่แทนความคิดของคนเช่นเดียวกับการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมเข้ามาแทนที่การทำงานบางอย่างของคนเรา ดังเช่น การที่เครื่องจักรกลเข้ามาแทนที่การทำงานที่ใช้แรงงาน ทำให้มนุษย์มีพลังงานและเวลาเหลือที่อาจนำไปสร้างสรรค์หรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนอื่น ๆ ได้ การนำระบบ CAD/CAM มาใช้ในอุตสาหกรรมทำให้เกิดการปฏิวัติการทำงานด้านวิศวกรรมในงานอุตสาหกรรมหลายประเภท และใช้มากในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมเคมี

แนวโน้มแสดงว่าในทศวรรษหน้าจะมีการนำ CAD/CAM ไปประยุกต์ใช้อย่างรวดเร็วในงานการผลิตทั่วไป (สมบัติ ที่พิมพ์. 2535 : 249-265)

ตัวอย่างวิชาที่ใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการเรียนการสอนนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเคมี เช่น วิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมเคมี (Mathematics for Chemical Engineering) ศึกษาการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมเคมี การหารากของสมการ การแก้ปัญหากลุ่มสมการเชิงเส้นพีชคณิต การประมาณเส้นโค้ง การอินทิเกรตและการหาคำตอบของสมการอนุพันธ์ตัวแปรเดียว ตัวอย่างการแก้ปัญหาเบื้องต้นทางวิศวกรรมเคมีโดยวิธีเชิงตัวเลข การฝึกหัดเขียนโปรแกรมคำนวณสำหรับปัญหาเฉพาะด้านทางวิศวกรรมเคมี วิชาการจำลองกระบวนการ(Process Simulation)เป็น การศึกษาการสร้างแบบจำลองเบื้องต้นในการคำนวณทางวิศวกรรมเคมี แบบจำลองที่สภาวะคงตัว แบบจำลองที่สภาวะไม่คงตัว โดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ การใช้แบบจำลองสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณกระบวนการ (โปรแกรมสำเร็จรูป) เป็นต้น (พิชาญ ดันติชัยปกรณ. สัมภาษณ์. 2542)

กาญจนา บุญเกียรติ (2539 : 50) ได้เขียนบทความเรื่อง Chemical Engineering Education in Thailand และกล่าวถึงอนาคตของวิศวกรเคมีไว้ในหัวข้อ Future Chemical Engineers สรุปได้ว่า จากการที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในยุคปัจจุบัน ข้อมูลข่าวสาร ทางด่วนข้อมูลหรืออินเทอร์เน็ต ทำให้ในภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการช่างเทคนิคหรือวิศวกรที่มีความสามารถในหลาย ๆ ด้านเพื่อพัฒนาองค์กรให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลก วิศวกรเคมีก็เช่นเดียวกัน ในการให้การศึกษาแก่นักศึกษาวิศวกรรมเคมี ควรมีการออกแบบการเรียนการสอนให้นักศึกษามีความรู้เสริมนอกเหนือจากความรู้จากวิชาหลัก เช่น ภาษา อังกฤษ คอมพิวเตอร์ ส่วนวิธีการสอนของอาจารย์ก็ต้องเปลี่ยนแปลง เป็นการเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถพัฒนาความสามารถของตนให้เต็มศักยภาพ นอกจากนี้ยังต้องเตรียมวิศวกรเคมีของไทยที่สามารถประยุกต์ใช้ความสามารถ ทักษะต่าง ๆ ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการจัดการและต้องสร้างจิตสำนึกในการรักษาสมดุลระหว่างการเจริญเติบโตทางเทคโนโลยีกับการรักษาสิ่งแวดล้อมด้วย

เฟนส์และ คณะ (Fenves and others. CD-ROM : 1988) ได้นำคอมพิวเตอร์ไปใช้ประกอบการสอนสำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมโยธา รายวิชาหนึ่งใช้สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 โดยมีการออกแบบโปรแกรมในรูปแบบสถานการณ์ปัญหา และให้นักศึกษาใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือประกอบการแก้ปัญหานั้น อีกวิชาหนึ่งใช้สำหรับนักศึกษาชั้นปีสุดท้ายที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอผลงาน นำเสนอตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์ในด้านอุตสาหกรรม

จากการศึกษาเอกสารการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเคมี พบว่านักศึกษามีความจำเป็นต้องมีความรู้และคุ้นเคยกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการศึกษา

หาข้อมูลในขณะที่ศึกษาเล่าเรียน และเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นของนักศึกษาในการสมัครงาน ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการศึกษาสามารถส่งเสริมความมั่นใจให้นักศึกษาและเป็นการตอบสนองรูปแบบการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมด้วยตนเองมากที่สุด จึงได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมีขึ้น

### 1.8 งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นุชนาฏ จิตติโกคา (2529 : ง-จ) ทำการศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า โรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร 101 โรง เป็นโรงเรียนที่มีคอมพิวเตอร์ 25 โรงและมีคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้น 177 เครื่อง โรงเรียนส่วนใหญ่นำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในงานด้านกิจกรรมคอมพิวเตอร์ งานทะเบียนวัดผล งานด้านการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ โรงเรียนส่วนใหญ่มีอัตราการใช้คอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ยสัปดาห์ละ 8.68 ชั่วโมง และเวลาโดยเฉลี่ยครั้งละ 57.20 นาที และโดยเฉลี่ยแล้วครูวิทยาศาสตร์มีความเห็นด้วยว่ามีความสะดวกในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อช่วยในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เห็นด้วยว่าคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประโยชน์ และเห็นด้วยในวิธีการที่จะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

มานะ ออพานิชกิจ (2530 : 37-38) ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 คนต่อกลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปิยะวัฒน์ หวังอารี (2533 : บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบบอกให้รู้มีคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบค้นพบ

พิทยา ไชยมงคล (2535 : 60) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเวลาเรียนเฉลี่ยในการเรียนรู้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 20 คนเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุม 20 คน เรียนตาม

คู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเวลาเรียนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้เวลาเรียนเฉลี่ยน้อยกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ประกายวรรณ มณีแจ่ม (2536 : 79) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับกลุ่มย่อยและตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคลและกลุ่มย่อยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกลุ่มย่อยกับเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วชิระ อินทร์อุดม (2537 : 97 – 100) ศึกษาผลของการสรุปเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีการจัดการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอนและวิธีจัดการเรียน ส่งผลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า และนักเรียนที่ทำงานแบบคู่ทำงานร่วมกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเรียนแบบรายบุคคล

เอษณะ สัจจะสวัสดิ์ (2538 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลของเกมการสอนที่เสนอในช่วงเวลาที่แตกต่างกันในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมการสอนประกอบเนื้อหาในช่วงก่อนเรียน ช่วงระหว่างเรียน ช่วงท้ายบทเรียนนั้น ปรากฏว่า ผลของเกมการสอนที่เสนอในช่วงเวลาที่ต่างกันในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับเกมคอมพิวเตอร์ พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้เล่นเกมหลังจากเรียนบทเรียนจบแล้ว ได้แสดงความชอบอยู่ในระดับสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้เล่นเกมก่อนเรียน และระหว่างเรียน และนักเรียนส่วนใหญ่แสดงความชอบในการเล่นเกมนี้น้อยกว่าก่อนข้างสูง

สมควร ศรีภูสิตโต (2539 : 44) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคลและแบบร่วมมือ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคลและแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียนซ่อมเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วย

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคลและแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมบุรณ์ บุรศิริรักษ์ (2539 : 154) ทำการสังเคราะห์งานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาและเทคนิคการวิเคราะห์เมตต้า ประชากรที่ใช้เป็นงานวิจัยระดับปริญญาโทที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งผลิตขึ้นในช่วงปีการศึกษา 2528-2536 จำนวน 118 เรื่อง พบว่าโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนใหญ่ในเขตกรุงเทพมหานครยังมีคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่างานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับมัธยมศึกษามากที่สุด และวิจัยวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด และงานวิจัยในวิชาเคมี 2 เรื่องคือการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนซ่อมเสริมวิชาเคมีโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ

ปาริชาติ แก่นสำโรง (2541 : 56) ศึกษาผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง “หญิงและชาย” โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลการศึกษาเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ส่วนงานวิจัยในต่างประเทศเท่าที่ได้ศึกษามีดังนี้

เวนาเบิล (Venable. 1997 : 4315) ได้ทำการศึกษาเจตคติและผลสัมฤทธิ์ของการเรียนในวิชาปฏิบัติการเคมีโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตัวแปรรองได้แก่เพศ เชื้อชาติ ความมั่นใจในตัวเอง และระดับความรู้ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มทดลองเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 41 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 37 คน ผลการวิจัยไม่พบความแตกต่างของเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม แต่พบว่าเพศหญิงนิยมใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่า นักเรียนที่ระดับความเชื่อมั่นในตัวเองต่ำจะนิยมใช้คอมพิวเตอร์มากกว่า นักเรียนที่มีความเชื่อมั่นในตัวเองสูงจะได้รับประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก และนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถลดการเสี่ยงต่อการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายหรือลดการเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรงและเป็นอันตรายได้

บาเร็ท (Barrett. 1998 : 402) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแนะนำบทเรียน วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เก็บข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และแปลผลการทดลอง ผลการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแรงกระตุ้นในการสอนและการเรียนของครูและนักเรียน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจ

ใจในหลักการต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาคงที่ในการทำการทดลองในแต่ละเทอม นอกจากนี้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถบอกถึงการทำลายสารเคมีอันตรายที่ใช้เป็นประจำในการทำการทดลองและสารอันตรายที่เกิดจากปฏิกิริยาจากการทดลองด้วย

บร็อฟี (Brophy. 1998 : 710) ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มเป็นเด็กนักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 แบ่งเป็น 2 กลุ่มเปรียบเทียบกัน กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแก้ปัญหา และใช้การทดลองในการหาคำตอบ กลุ่มที่ 2 เรียนแบบแก้ปัญหาอย่างเดียว โดยทั้งสองกลุ่มมีทักษะในเรื่องคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาเหมือนกัน ให้ทำการทดลองหาความหนาแน่นของของแข็ง ผลการวิจัยทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจในเรื่องความหนาแน่นเท่าเทียมกัน แต่นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นส่วนประกอบในการเรียน สามารถเขียนรายงานผลการทดลองโดยต้องการความช่วยเหลือจากครูน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำถึงการทำการวิจัยอื่น ๆ ต่อไปว่าควรวิจัยถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นฐานข้อมูลในการเรียนและออกแบบขั้นตอนการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าพบว่าการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบการเรียนการสอน สามารถทำให้นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้นหรือบางงานวิจัยมีผลการเรียนไม่แตกต่างไปจากการสอนแบบปกติ แต่จากงานวิจัยพบว่านักเรียนชอบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และพบว่ายังไม่มีงานวิจัยที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองเกี่ยวกับวิชาเคมีสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมี

## 2. เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา

### 2.1 เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการพัฒนาการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา

ในปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาสำคัญในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้ที่มีความสนใจที่จะศึกษาทางวิทยาศาสตร์น้อยลง นอกจากนี้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ต่างมีความรู้สึกวิตกกังวลเป็นอย่างยิ่งว่าระบบการจัดการศึกษาของประเทศจะมีคุณภาพมาตรฐานไม่เพียงพอ บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาอาจไม่สามารถคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังผลให้การพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมของประเทศเป็นไปอย่างช้า ๆ ปัญหาดังกล่าวอาจมีทางแก้ไขได้ถ้าหากผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ร่วมมือกันศึกษาพัฒนาการจากระบบ

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของบุคลากรไทยอย่างจริงจัง การนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่ ๆ มาใช้เพื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่น่ามาพิจารณา

ครรรชิต มัลย์วงศ์ (2540 : 21-36) ได้กล่าวถึงการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการพัฒนามหาวิทยาลัย จำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยทั่วไปได้ดังนี้

1. ใช้ในการสอนวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐานคือ เปิดห้องเรียนเป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และติดตั้งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลห้องละประมาณ 30-40 เครื่องสำหรับใช้สอนวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐานเช่น โปรแกรมดอส (DOS) โปรแกรมสำเร็จรูปต่าง ๆ การใช้ประเภทนี้ค่อนข้างสามัญและมีในทุกมหาวิทยาลัย

2. ใช้ในการสอนวิชาการต่าง ๆ โดยจัดทำซอฟต์แวร์ช่วยสอน (Courseware) มาช่วยอาจารย์ที่ดูแลชั้นเรียน โดยที่ซอฟต์แวร์เหล่านี้อาจช่วยสอนมโนทัศน์ หลักการหรือช่วยถามคำถามให้นักเรียนตอบแล้วตรวจให้คะแนนทันที การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction) แบบนี้มีผู้ทำจริงจังอยู่ไม่กี่แห่ง

3. ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ การใช้แบบนี้ขยายมาจากการใช้ช่วยสอนที่ได้กล่าวมาในข้อ 2 แต่ไม่ได้ใช้สอนธรรมดา หากสอนด้านการทดลองต่าง ๆ เช่นฟิสิกส์ เคมี ไฟฟ้า ฯลฯ มหาวิทยาลัยมหานคร เป็นแห่งหนึ่งที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้

4. ใช้ในงานห้องสมุด เป็นการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการให้บริการด้านต่าง ๆ ของห้องสมุด เช่นใช้ค้นหาหนังสือ ใช้ในการบันทึกการยืมคืน ใช้ในการทำบัตรดัชนี ฯลฯ

5. ใช้ในงานสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ การประยุกต์ด้านนี้คือการใช้คอมพิวเตอร์เชื่อมโยงระหว่างสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เพื่อให้เกิดเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่ผู้ใช้สามารถเลือกสื่อสารติดต่อกันได้โดยใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับประเทศไทย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติได้สนับสนุนให้มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยมีเครือข่ายที่เชื่อมโยงระหว่างสถานศึกษาคือไทยสาร (Thai SARN) ย่อมาจาก Thai Social / Science Academic Research Network

6. ใช้ในการบริหารเป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหาร เช่น งานบัญชี งานลงทะเบียน งานพัสดุ ฯลฯ การใช้คอมพิวเตอร์ในด้านนี้ขึ้นอยู่กับวิสัยทัศน์ของผู้บริหารมหาวิทยาลัยเป็นอย่างมาก

7. ใช้ในงานวิจัย เช่นงานวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์ส่วนมากต้องใช้คอมพิวเตอร์ทางด้านการคำนวณสถิติ ส่วนทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการใช้ด้านการคำนวณระดับยาก ๆ หรือทำแบบจำลองต่าง ๆ

ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นกลุ่มงานประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในมหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาระดับสูง ซึ่งเป็นหน่วยงานที่จะต้องชี้ทิศทางและชี้นำความคิดด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศโดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ให้แก่นิสิต นักศึกษา

สำหรับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนโดยเฉพาะนั้น มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ควรต้องนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้อย่างกว้างขวางและทั่วถึง เช่น

1. ห้องบรรยายควรจัดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ พร้อมจัดโทรทัศน์และเครื่องฉายขนาดใหญ่เพื่อให้อาจารย์สามารถนำแผ่นดิสเกตต์บรรจุคำบรรยายมาใช้งานได้หรืออาจจะเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ค้นหาข้อมูล และโปรแกรมมาใช้ประกอบคำบรรยายได้ :
2. ห้องบรรยายบางห้องควรมีกห้องโทรทัศน์สำหรับถ่ายการบรรยายและแพร่ภาพไปยังวิทยาเขตอื่น อาจจะใช้โดยการสื่อสารผ่านดาวเทียมหรือโดยระหว่างการประชุมทางไกล
3. มหาวิทยาลัยที่มีหลายวิทยาเขตอาจใช้ระบบประชุมทางไกลในการประชุม การสัมมนา หรือใช้ในการสอนทางไกล
4. มีหน่วยจัดทำสไลด์ทัศนูปกรณ์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจัดทำโปรแกรมบทเรียนให้อาจารย์ และอาจารย์พิเศษได้ด้วย
5. มีหน่วยวิจัยเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อที่ทำหน้าที่รวบรวมแนวคิดต่าง ๆ ในด้านนี้จากมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ทั้งภายในและต่างประเทศ แล้ววิจัยหาแนวทางตลอดจนนวัตกรรมใหม่ ๆ ในการประยุกต์

นอกจากนี้ ครรชิต มัลย์วงศ์ (2540 : 55-57) ยังได้กล่าวถึงปัญหาในการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาดังนี้

1. การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนในเวลานี้ ยังเป็นงานที่อาจารย์หลายท่านทำเพื่อความสนุกคืออยู่ในระดับจุลภาค อาจารย์จำนวนมากจากมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ได้ขอทุนวิจัยขนาดเล็กเพื่อพัฒนาโปรแกรมบทเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์หลาย ๆ แบบ เมื่อพิจารณาแล้วมองไม่เห็นภาพรวมว่าเนื้อหาที่สร้างขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นอยู่ตรงส่วนใดในหลักสูตร หรือจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในหลักสูตรได้มากขึ้นเพียงใด และปัญหาใหญ่คือการที่รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังขาดนโยบายและทิศทางที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศไปใช้อย่างจริงจังทั้งระดับกระทรวง ทบวง และสถาบันการศึกษา
2. การขาดการผสมผสานเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ากับหลักสูตร การร่างและอนุมัติหลักสูตรต่าง ๆ ของสถาบันการศึกษารวมทั้งของทบวงมหาวิทยาลัยเป็นไปอย่างผิวเผิน ไม่ได้จัดทำรายละเอียดของหลักสูตรให้ชัดเจน คำบรรยายวิชาก็มีแต่หัวข้อซึ่งสุดแล้วแต่ผู้สอนจะนำไปตีความหรือหารายละเอียดมาบรรจุเอาเองมิได้มีมาตรฐานหลักสูตรวิชาการด้านต่าง ๆ สำหรับเอาไว้เปรียบเทียบว่าหลักสูตรที่เสนอสอดคล้องกับมาตรฐานหรือไม่ มหาวิทยาลัยมี

อิสระที่จะจัดหลักสูตรต่าง ๆ ได้เอง มาตรฐานของทบวงมีเพียงกำหนดว่าต้องเรียนให้ครบตามหน่วยกิต แบ่งเป็นวิชาด้านต่าง ๆ เท่านั้นหน่วยกิต ส่งผลให้การเรียนการสอนในสถาบันต่าง ๆ เกิดความลักลั่นไม่มีคุณภาพเมื่อถึงยุคไอที การที่จะนำไอทีมาผสมผสานกับหลักสูตรจึงเป็นไปตามยถากรรมคือสุดแท้แต่ผู้สอน ไม่ได้คำนึงถึงความจำเป็นหรือความเหมาะสม ผลก็คือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ช่วยสอนจึงเป็นเรื่องที่ฟุ่มเฟือย ไม่เกื้อหนุนการเรียนรู้เท่าที่ควร

3. การขาดการศึกษาวิจัยระดับชาติที่ทำอย่างกว้างขวาง ในด้านที่เกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้กับนักเรียน ปัจจุบันมีเพียงอาจารย์และนักศึกษาปริญญาโทที่ทำวิจัยซึ่งเป็นการทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก

4. การขาดแหล่งกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ทางด้านเทคโนโลยี สารสนเทศ เพื่อการศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัยยังไม่มีหน่วยงานใดที่ดูแลเรื่องนี้โดยตรง หากสถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานใดเกิดความสนใจและพยายามพัฒนางานด้านนี้ก็จำเป็นต้องเริ่มกันตั้งแต่นั้น ต้องลองผิดลองถูกกันใหม่ ไม่สามารถขอคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ได้ ผลก็คืองานต้องล่าช้าและอาจจะต้องเสียงบประมาณไปมาก

5. การขาดการสนับสนุน ปัญหานี้เป็นเรื่องใหญ่มากเพราะการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้นั้นจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดี เริ่มจากฝ่ายบริหารและผู้บังคับบัญชาต้องมีความเข้าใจในแนวความคิดนี้ ฝ่ายจัดสรรงบประมาณต้องเห็นคุณค่าและสนับสนุนด้วยการให้งบประมาณที่เพียงพอแก่การดำเนินงาน

6. การขาดการเผยแพร่ความรู้อย่างถูกวิธี ขณะนี้มีผู้วิจัยเรื่องการใช้ไอทีในการศึกษาหลายรายแล้ว แต่ผลการวิจัยยังไม่ได้มีการเผยแพร่อย่างเป็นขั้นเป็นอันให้ผู้อื่นสามารถอ้างอิงได้

วิธีการที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเสริมสร้างความเข้มแข็งทางปัญญาสามารถทำได้โดย

1. จัดให้มีระบบห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมโยงกันทั่วประเทศ
2. จัดโปรแกรมบทเรียนที่เน้นในด้านการให้ผู้เรียนต้องคิด และต้องค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ไม่ใช่ให้ความรู้ทางเดียว
3. เน้นการพัฒนาทักษะในด้านการเขียนและการบันทึก ตลอดจนการแสดงออกและการสื่อสารที่เหมาะสม
4. เน้นการศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ พัฒนาความมีเหตุมีผลและความสามารถในการตัดสินใจตามหลักวิทยาศาสตร์
5. จัดเก็บความรู้ส่วนท้องถิ่นและภูมิปัญญาส่วนท้องถิ่นไว้ในสื่ออิเล็กทรอนิกส์

6. เน้นความเป็นไปในยุคโลกาภิวัตน์ โดยส่งเสริมให้ใช้ภาษาอังกฤษเป็นสื่อกลางมากยิ่งขึ้น และจะต้องจัดบทเรียนให้ผู้เรียนเกิดทักษะในด้านการสื่อสารภาษาอังกฤษอย่างดีเลิศ

7. เอื้ออำนวยให้ผู้สนใจสามารถสื่อสารติดต่อกับบุคคลระดับปัญญาชนของชาติได้

ฮอฟสเตเตอร์ (Hofstetter, CD-ROM, 1986) แห่งมหาวิทยาลัยแห่งมลรัฐเดลาแวร์ ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาตั้งแต่ปี 1974 ได้สรุปการพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในมหาวิทยาลัย การประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่น ๆ รวบรวมงานวิจัยที่ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ศึกษาเกี่ยวกับระบบของ PLATO จากการศึกษาพบว่า มีการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในมหาวิทยาลัยในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปแบบเกม สถานการณ์จำลอง แบบทดสอบ แบบฝึกทักษะ แบบเรียนด้วยตนเอง มีการพัฒนาการใช้งานให้ง่ายขึ้น โดยที่นักศึกษาไม่จำเป็นต้องรู้ภาษาคอมพิวเตอร์ก็สามารถใช้ได้ มีการบันทึกข้อมูลความก้าวหน้าของนักศึกษา มีการใช้ภาพกราฟิก และพัฒนามาบทเรียนให้มีการเกิดการปฏิสัมพันธ์มากขึ้น มีการพัฒนาโปรแกรม (Courseware) สำหรับวิชาต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

กลาสเซอร์ และคณะ (Glasser and others, 1996 : 323) แห่งมหาวิทยาลัยวิทวอเตอร์แซนด์ (University of Witwatersrand – South Africa) ได้พัฒนามาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับวิชาเคมีขึ้นมา 70 โปรแกรม ในที่นี้จะกล่าวเพียง 5 ตัวอย่าง โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไม่ได้เป็นแบบบททบทวนบทเรียน (Tutorial) นักศึกษาไม่สามารถใช้ได้ถ้าไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ มาก่อน เขาออกแบบเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน มีลักษณะเป็นแบบฝึกหัด คำถามแบบทดสอบ เพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้มากขึ้น บทเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้จะใช้เวลาในการศึกษาตั้งแต่ 10-30 นาที ตัวอย่างเช่น

1. บทเรียนเรื่องเคมีนิวเคลียร์ (Nuclear Chemistry) ลักษณะเป็นคำถามเกี่ยวกับการแก๊สการสมดุลทางนิวเคลียร์ในตัวอย่างที่ไม่ทราบค่า

2. บทเรียนเรื่องคุณสมบัติคอลลิเกทีฟ (Colligative Properties) มีคำถามที่เกิดจากสถานการณ์จำลองหาจุดเดือด จุดเยือกแข็ง ความดันไอ และความเข้มข้นของสารในหน่วยโมลาริตีและสัดส่วนโมล ในสารประกอบหลายชนิดให้เลือกศึกษาได้

3. บทเรียนเรื่องกฎของคูลอมบ์ (Coulomb's Law) บทเรียนนี้ขั้นตอนแรกจะทำการประเมินหรือสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักศึกษาก่อน ต่อจากนั้นจึงนำเสนอเนื้อหาด้วยกราฟและข้อความ สุดท้ายมีการทดสอบการคำนวณเกี่ยวกับ Electrostatic ซึ่งในโปรแกรมก็จะแสดงเครื่องคำนวณ (ลักษณะเหมือนเครื่องคิดเลข) ไว้ให้นักศึกษาได้ใช้คำนวณในโปรแกรมได้

4. บทเรียนเรื่องสารละลาย (Solubility Product) เป็นการคำนวณความสามารถในการละลายของสาร นำเสนอด้วยข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และหลังจากนักศึกษาตอบคำถามแล้ว ไม่ว่าจะผิดหรือถูก จะมีคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำตอบที่ถูกต้องในแต่ละข้อ

5. บทเรียนเรื่องตารางธาตุ (Periodic Table Trends) บทเรียนนี้ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุกับคุณสมบัติของธาตุ เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความสามารถในการแตกตัว มีรูปแบบเป็นแบบสถานการณ์จำลอง

ลิปโควิทซ์และคณะ (Lipkowitz and others. 1996 : 105-107) ได้เขียนถึงการใช้อคอมพิวเตอรืในหลักสูตรวิชาอินทรีย์เคมี ที่มหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University) ลิปโควิทซ์และคณะได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอรืช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการอินทรีย์เคมี โดยได้พัฒนา 2 หัวข้อใหญ่ ๆ คือ 1) เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์ และ 2) เป็นฐานข้อมูลที่นักศึกษาจะได้หาความรู้เกี่ยวกับผลการทดลองนักวิทยาศาสตร์หรือผลงานที่มีผู้ได้ศึกษาไว้แล้วเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล

ด้านการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย ได้มีการนำคอมพิวเตอรืใช้ประกอบการเรียน ดังตัวอย่างเช่น

1. ภาควิชาเคมีและวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้ใช้โปรแกรม HPLC Simulator ในการสอนวิชาเคมีวิเคราะห์ (ชนกพร เผ่าศิริ. 2540 : 15-23) โดยโปรแกรม HPLC (High Performance Liquid Chromatography) เป็นการใช้งานเครื่องโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง หรือบางครั้งเรียกว่าโครมาโทกราฟีของเหลวภายใต้ความดันสูง เป็นเครื่องมือที่มีระบบการทำงานที่ซับซ้อน และผู้เรียนมีโอกาสน้อยที่จะได้ทดลองใช้งานจริงเนื่องจากเครื่องมือมีจำนวนจำกัด แต่จำนวนของผู้เรียนมีมาก โปรแกรม HPLC Simulator เป็นแบบจำลองการทำงานของเครื่องโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ที่ใช้คอลัมน์รีเวอร์สเฟส (Reversed Phase, ใช้เฟสที่หยดหนึ่งชนิดไม่มีขั้วและใช้ตัวชะชนิดมีขั้ว) โปรแกรมทำงานบนระบบปฏิบัติการดอส (DOS) และใช้ระบบกราฟิกแบบขาว-ดำ สามารถเก็บไว้ในแผ่นดิสก์ที่มีความจุ 1.44 เมกกะไบท์ (MB) เพียง 1 แผ่น ราคาประมาณ 70 เหรียญสหรัฐ ซึ่งนับว่าถูกมากเมื่อเทียบกับราคาของสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการสอนทฤษฎี ช่วยฝึกการใช้เครื่องมือ และเพื่อให้เกิดทักษะและความเข้าใจก่อนใช้เครื่องมือจริง รวมทั้งช่วยประหยัดสารเคมีซึ่งเป็นการรักษาสິงแวดล้อมอีกด้วย ลักษณะโปรแกรมแยกการทำงานออกเป็น ส่วน ๆ สอดคล้องกับส่วนประกอบในเครื่องโครมาโทกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ผู้ใช้เพียงแต่ใช้เมาส์คลิกไปยังส่วนต่าง ๆ บนหน้าจอก็จะเสมือนว่ากำลังใช้งานเครื่องจริง ๆ เมนูหลักของโปรแกรมประกอบไปด้วย 6 ส่วน (ซึ่งจะไม่กล่าวถึงรายละเอียดในที่นี้) คือ 1. การเตรียมสารตัวอย่าง (Sample) 2. การเตรียมสารละลายที่ใช้ชะสารออกจากคอลัมน์ (Solvents) 3. ส่วนของคอลัมน์ (Column) 4. เครื่องวัดสัญญาณ

(Detector) 5. ส่วนควบคุมระบบการทำงานของเครื่อง (Instrument Control) ขณะนี้ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้ใช้โปรแกรมนี้ในวิชา “การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในวิชาเคมี” และวิชา “Separation Techniques and Chromatographic Analysis”

2. โปรแกรมช่วยสอนวิชาเคมี ชื่อ Toollab เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง “อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการเคมี” เป็นบทเรียนขนาดเล็กประมาณ 929 กิโลไบต์ (KB) บรรจุอยู่ในแผ่นดิสก์ขนาด 1.44 เมกกะไบต์ (MB) เพียงแผ่นเดียวใช้ทำงานบนวินโดวส์ โดยไม่จำเป็นต้องมีโปรแกรมออร์โทแวร์ (Authorware) อยู่เลย เนื้อหาเหมาะสำหรับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 เนื้อหาของบทเรียนแบ่งเป็นบทเรียน ได้แก่ บทเรียนที่ 1 เนื้อหาประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการเคมีประเภทต่าง ๆ บทเรียนที่ 2 เนื้อหาประกอบด้วยชุดเครื่องมือที่ใช้งานเฉพาะ ได้แก่ ชุดการกรอง ชุดการไทเทรต ชุดการสกัด ชุดการกลั่น และมีแบบทดสอบซึ่งมีทั้งแบบจับคู่รูปอุปกรณ์หรือเครื่องแก้วให้ตรงกับชื่อโดยมีนาฬิกาจับเวลาอยู่ด้านล่าง และมีแบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการต่ออุปกรณ์ในการกลั่น ซึ่งผู้เรียนจะต้องลากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ไปต่อเป็นชุดการกลั่น ถ้าต่อถูกตำแหน่งจะมีคำชมเชย ถ้าไม่ถูกตำแหน่งอุปกรณ์จะถอยกลับไปที่ยุติ นอกจากนี้ยังมีบทเรียนชุดการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ และเคมีไฟฟ้า ซึ่งอาจารย์ประจำภาควิชาเป็นผู้ผลิตเอง (คัชรินทร์ ศิริวงศ์. 2539 : 230-239)

จากโครงการสำรวจการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับอุดมศึกษา โดยคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยขอนแก่นเมื่อ พ.ศ. 2541 โดยรองศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา เหลืองอมรเลิศ เป็นประธานคณะทำงาน พบว่ามีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในภาพรวมเกือบทุกสถาบัน (มหาวิทยาลัยภาครัฐ) ได้จัดให้มีอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเป็นสื่อช่วยสอน ได้แก่ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องฉายแผ่นทึบแสง (Visualizer) และเครื่องฉายภาพวิดีโอ (VDO Projector) ยกเว้นบางสถาบันที่มีความพร้อมมากขึ้นมาอีกก็ได้เสริมเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย และสถาบันที่สอนโดยใช้ระบบเครือข่ายสำหรับนักศึกษาจำนวนมากได้แก่ มหาวิทยาลัยนเรศวร และมหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับสถาบันอื่นที่มีห้องแม่ข่ายเพื่อใช้สำหรับการสอนระบบทางไกลได้แก่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาครัฐเกือบทุกสถาบันได้จัดอุปกรณ์ทางด้านโสตทัศนูปกรณ์ อันได้แก่ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะพร้อมจอ และบางสถาบันเท่านั้นจะเสริมเครื่องฉายแผ่นทึบแสงและเครื่องฉายภาพวิดีโอ หรืออาจจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์เสริมไว้ ส่วนการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะใช้ในการนำเสนอด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยท์ (Power Point Presentation) ทางด้านการผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของคณาจารย์ พบว่า คณาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน

ในมหาวิทยาลัยของรัฐ สำหรับกลุ่มที่ใช้สื่อคอมพิวเตอร์ในการสอนนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการสอนด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยท์ สำหรับการผลิตบทเรียนในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ยังมีน้อยมากทั้งนี้เพราะอาจารย์ส่วนใหญ่มีภาระกิจงานสอนมาก เนื่องจากในการผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เวลาอย่างมาก และเกือบทุกสถาบันยังขาดหน่วยสนับสนุนในการผลิต ยกเว้นมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช มหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่มีหน่วยงานกลางสนับสนุนการผลิตสื่อการสอน สำหรับความคิดเห็นของอาจารย์เกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอน พบว่า มีทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย แต่ส่วนใหญ่จะเห็นด้วยเนื่องจากการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ทำให้เข้าใจในบทเรียนได้ดีขึ้น โดยเฉพาะที่มีการแสดงภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว การจำลองสถานการณ์เสมือนจริง เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้สอนวิชาพื้นฐาน ช่วยให้การสอนเร็วขึ้นและครอบคลุมเนื้อหาได้ครบถ้วน และยังสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปศึกษาเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง สำหรับเทคโนโลยีสารสนเทศ สามารถนำมาใช้ในการสืบค้นข้อมูลและติดตามการเปลี่ยนแปลงทางวิชาการผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างกว้างขวางทั้งจากภายในและภายนอกประเทศ และมีประโยชน์ในการนำมาใช้สอนในห้องเรียนระบบเครือข่ายเพื่อลดการสอนซ้ำในวิชาที่มีนักศึกษาจำนวนมาก หรือในสภาวะที่ขาดแคลนอาจารย์ผู้สอน แต่ทั้งนี้ สถาบันจะต้องมีความพร้อมทั้งทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์และบุคลากร จึงจะได้ประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับผู้ที่ไม่เห็นด้วยซึ่งมีเพียงเล็กน้อยได้ให้เห็นว่า เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงเร็วทำให้ต้องลงทุนครั้งละมาก ๆ ไม่ค่อยคุ้มค่า จำเป็นสำหรับมหาวิทยาลัยเปิดไม่จำเป็นต่อมหาวิทยาลัยปิด เนื่องจากความใกล้ชิดระหว่างอาจารย์กับนักศึกษาจะลดลง ทำให้นักศึกษาขาดการอบรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ควรใช้ในลักษณะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนโดยยังมีอาจารย์เป็นผู้นำเสนอเนื้อหาแบบเรียนในชั้นเรียน ไม่ควรใช้ในลักษณะเรียนด้วยตนเองเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม คณะทำงานได้เสนอความเห็นเห็นว่า เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมาก แต่ผู้ใช้ได้พบปัญหาอุปสรรคมากมายเป็นลูกโซ่ คือ ต้องการใช้แต่ขาดอุปกรณ์ ต้องการพัฒนาแต่ขาดงบประมาณและขาดบุคลากรที่มีทักษะทางด้านนี้สนับสนุนอย่างจริงจัง จึงสมควรที่จะได้มีการพัฒนาบุคลากรทุกระดับ สนับสนุนงบประมาณและปรับปรุงการบริหารจัดการเพื่อที่จะได้เกิดความคุ้มค่าในด้านการเรียนการสอน

สื่อการสอนที่อาจารย์ผลิตใช้เองได้แก่ สไลด์ วีดีโอ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าโดยภาพรวมทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง ไม่แตกต่างกันคือมีการผลิตสื่อค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลิตเองเพียงร้อยละ 10.1 (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2541: 121-157)

ตาราง 1 สื่อการสอนที่อาจารย์ผลิตใช้เองสำหรับการเรียนการสอน

| ชนิดสื่อการสอน           | ประเภทของหน่วยงานที่สังกัด |                      |                  |      |
|--------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|------|
|                          | มหาวิทยาลัย<br>ภาครัฐ      | มหาวิทยาลัย<br>เอกชน | สถาบัน<br>ราชภัฏ | รวม  |
|                          |                            |                      |                  |      |
| สไลด์ (SLIDE)            |                            |                      |                  |      |
| ผลิต                     | 29.7                       | 21.4                 | 17.9             | 24.1 |
| ไม่ผลิต                  | 70.3                       | 78.6                 | 82.1             | 75.9 |
| วีดีโอ (VDO)             |                            |                      |                  |      |
| ผลิต                     | 35.1                       | 21.4                 | 17.9             | 26.6 |
| ไม่ผลิต                  | 64.9                       | 78.6                 | 82.1             | 73.4 |
| คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) |                            |                      |                  |      |
| ผลิต                     | 13.5                       | 7.1                  | 7.1              | 10.1 |
| ไม่ผลิต                  | 86.5                       | 92.9                 | 92.9             | 89.9 |

ที่มา : ทบวงมหาวิทยาลัย. (2541). รายงานการสัมมนาวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการเป็นผู้นำแห่งภูมิภาค (ฉบับสมบูรณ์) 7-8 สิงหาคม 2541. กรุงเทพฯ.

จากการสอบถามคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่าอาจารย์หลายท่านมีความสนใจและเห็นด้วยที่จะต้องการมีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวกับเครื่องมือวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเคมี เนื่องจากส่วนใหญ่คู่มือการใช้เครื่องมือเป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาเยอรมันทั้งหมด และเครื่องมือมีราคาแพง หากเกิดการเสียหายจะใช้เวลาซ่อมนานและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ ถ้านักศึกษาได้ศึกษาการใช้งานเครื่องมือ และข้อควรระวังต่าง ๆ ก่อนที่จะใช้ประกอบการทดลองแล้วน่าจะลดอัตราเสี่ยงต่อการทำเครื่องมือเสียหาย มีความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบที่เสียหายได้ง่าย เช่นหลอดกำเนิดแสงของเครื่องที่ใช้หลักสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เซลล์ตัวอย่างที่จะใช้วัดค่าการดูดกลืนแสง เป็นต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองที่มีส่วนแนะนำการใช้เครื่องมือประกอบการทดลองขึ้น

## 2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา

เสรี เพิ่มชาติ (2530 : บทคัดย่อ) ศึกษาแนวโน้มของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีต่อผลการดำเนินการทางการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคเดลฟาย กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาจำนวน 20 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยปรากฏเป็นแนวโน้มของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีผลต่อการดำเนินการทางการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ดังนี้

1. นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา จะมีความสำคัญและอิทธิพลต่อการดำเนินการทางการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐมากขึ้น กล่าวคือ จะช่วยให้การดำเนินการทางการศึกษาเป็นไปอย่างสะดวกและรวดเร็ว ทำให้การจัดการศึกษาสามารถแพร่กระจายไปยังภูมิภาคที่ห่างไกลได้โดยง่ายด้วยการใช้ระบบสื่อสารทางไกล รูปแบบของการจัดการศึกษาจะเปลี่ยนไปจากเดิม โดยจะเป็นการจัดการศึกษาแบบเปิดและเน้นในลักษณะรายบุคคลมากขึ้น นอกจากนี้จะก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของหลักสูตรเพื่อให้สอดคล้องกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ ๆ ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนความเป็นเลิศทางวิชาการของสถาบันอุดมศึกษา

2. ผลกระทบของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเลือกวิถีทางในการเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรเรียนจากที่เป็นอยู่เดิมโดยจะต้องค้นคว้าหาความรู้ และมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเรียนของตนเองมากขึ้น นอกจากนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น จัดจำได้นานขึ้น และมีมาตรฐานการเรียนตามหลักสูตรอย่างแท้จริง ในด้านผลกระทบต่อการสอนของผู้สอน ทำให้ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายไปเป็นผู้ออกแบบและสร้างต้นแบบสื่อการเรียนหรือผู้ให้คำปรึกษาหรือผู้จัดสถานการณ์การเรียน ในบางโอกาสผู้สอนจะมีการใช้เครื่องช่วยสอนและวัสดุอุปกรณ์การสอนมากขึ้น และผู้สอนจะต้องทำงานหนักในการเตรียมบทเรียน แต่จะลดความเหนื่อยในการสอนลง

3. รูปแบบของสื่อการเรียนที่จะสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในอนาคต จะเป็นลักษณะของสื่อประสมและสื่อสำเร็จรูป ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สื่อการเรียนระบบสื่อสารทางไกลจะมีบทบาทมากขึ้น เช่น วิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์ ฯลฯ สื่อที่ใช้ประกอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกนำเข้ามาใช้ในการดำเนินการทางการศึกษาเช่น วีดิโอเท็กซ์ และเทเลเท็กซ์

ตลอดจนสื่อการเรียนรู้ที่มีใช้อยู่เดิมจะถูกประยุกต์ให้มีรูปแบบที่ใช้ง่ายไม่ซับซ้อนและสนองต่อการเรียนเป็นกลุ่มย่อยหรือรายบุคคล

4. คุณลักษณะของผู้ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่พึงประสงค์ควรมีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างชัดเจน สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนได้เองอย่างมีประสิทธิภาพ มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้และประสบการณ์ สามารถดำเนินงานได้อย่างมีระบบและจำเป็นต้องมีพื้นฐานด้านคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ควรเป็นผู้มีใจกว้าง มีความรับผิดชอบ มีคุณธรรมและจรรยาบรรณในตนเอง

5. การนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการดำเนินการทางการศึกษา ควรคำนึงถึงความสะดวกของสถานที่ ทรัพยากรและบุคลากร ความเหมาะสมของสื่อการเรียนการสอนที่สามารถปรับใช้ได้หลายรูปแบบ ความร่วมมือของหน่วยงานและบุคลากรที่จะช่วยส่งเสริมให้ได้ผลตามความต้องการของการจัดการศึกษาอย่างแท้จริง นโยบายและการจัดการศึกษาตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ตลอดจนงบประมาณก็ควรคำนึงถึง เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยให้การนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรจบ สุขประภาภรณ์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เสนอภาพกราฟิกและเสียงเรื่องลอจิกเกท กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาโปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ชั้นปีที่ 1 ระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูอุดรธานี จำนวน 30 คน ที่มีระดับสติปัญญาสูง และต่ำ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน ได้มาโดยการคัดเลือก ทดสอบความรู้พื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 90.67/90.17 อยู่ในเกณฑ์ 90/90 ที่ตั้งไว้ นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความรู้เพิ่มขึ้นที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มานพ สุดสงวน (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความต้องการการพัฒนาของคณาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่ามีความต้องการพัฒนาทางด้านวิทยาการการสอน คณาจารย์มีความต้องการการพัฒนาในระดับมากเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาการใหม่ ๆ ทางการศึกษา และการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน คณาจารย์ต้องการพัฒนาความรู้ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาและการพัฒนาความรู้ และเห็นว่าวิธีการที่เหมาะสมมากคือการฝึกอบรมและการสนับสนุนให้เข้าร่วมกิจกรรมกับสมาคมวิชาชีพทางการศึกษา

สุวรรณ เกสร (2537 : บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ความคงทนและความชอบทางการเรียนจากบทเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มที่มีขนาดของกลุ่มต่างกัน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2 โดยจัดสถานการณ์การเรียนรู้ 3 แบบคือ เรียนแบบรายบุคคล เรียนแบบรายกลุ่ม 2 คน และเรียนแบบรายกลุ่ม 3 คน จากผลการวิจัยได้พบว่า ผล

สัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนของที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ความชอบทางการเรียนจากกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างที่ระดับ .05 ผู้เรียนชอบวิธีเรียนแบบรายกลุ่ม 2 คนมากกว่าวิธีเรียนแบบรายบุคคล และแบบ 3 คน แต่วิธีเรียนแบบรายกลุ่ม 2 คน กับวิธีเรียนแบบรายบุคคลมีความชอบทางการเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05

ชัยวัฒน์ บารุงจิตต์ (2537 : บทคัดย่อ) ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบอยู่กับที่ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ความคงทน และความชอบทางการเรียนระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (Branching Program) ที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหว กับบทเรียนที่มีการชี้นำแบบกระพริบอยู่กับที่ในเรื่องการเขียนแบบเทคนิค 2 ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหว แตกต่างจากผู้เรียนที่ใช้การชี้นำแบบกระพริบอยู่กับที่อย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ความชอบทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกัน ผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหวมีความชอบสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการชี้นำแบบกระพริบอยู่กับที่ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ชยสมน นรเศรษฐมกล (2538 : บทคัดย่อ) ศึกษาความต้องการของผู้บริหารและอาจารย์เกี่ยวกับการจัดตั้งศูนย์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จากกลุ่มตัวอย่างผู้บริหาร 55 คน และอาจารย์จำนวน 310 คน เครื่องมือคือแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า

1. ผู้บริหารและคณาจารย์ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลมีความต้องการเกี่ยวกับศูนย์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับมากที่สุดคือ จัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ ในกรณีที่เหมาะสม / วิทยาเขตไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ ความต้องการในระดับมากคือ ส่งอาจารย์ในสถานศึกษาเข้ารับการอบรมวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐานทุกคน จัดตั้งศูนย์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อจัดบริการอย่างมีระบบ จัดเวลาบริการคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้นักศึกษาเพียงพอต่อความต้องการ จัดเป็นศูนย์ขนาดใหญ่ที่ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลปทุมธานี และศูนย์ย่อยตามคณะ / วิทยาเขตต่าง ๆ จัดห้องไว้สำหรับผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเวลาทำการคือเปิดบริการทุกวันทำการและวันเสาร์และให้บริการแนะนำเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแก่อาจารย์

2. อาจารย์มีปัญหาการเรียนการสอนในระดับมากที่สุดคือ ขาดบุคลากรเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่มีหน่วยงานรับผิดชอบสื่อหรือนวัตกรรมทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่มีสื่อการสอนรายบุคคล เครื่องช่วยสอนมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ผู้เรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคลมาก ความต้องการเกี่ยวกับศูนย์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสถานที่ อาจารย์มี

ความเห็นให้จัดเป็นศูนย์กลางขนาดใหญ่ที่ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลปทุมธานี และศูนย์ย่อยตามคณะ / วิทยาเขตต่าง ๆ อาจารย์ต้องการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐานในระดับมาก ต้องการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียนทางด้านคอมพิวเตอร์ด้วยการทำเอกสารเผยแพร่

ประกาศนียบัตร จันทรรัตน์ (2538 : บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบความคิดเห็นของอาจารย์ระดับอุดมศึกษาจำแนกตามสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์เกี่ยวกับลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียน เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามหลังเสร็จสิ้นการบรรยายสาธิตเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรมช่วยสร้าง” สรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามความคิดเห็นของอาจารย์ทั้ง 4 สาขาวิชาคือ

1.1 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานกับไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยใช้งานกับ หน่วยประมวลผล(CPU) รุ่น 80486 หน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาด 4 เมกกะไบท์ (MB) ขึ้นไป ใช้กับเครื่องอ่านแผ่นดิสก์ (Disk Drive) ชนิดความจุสูง (High Density) จอภาพชนิดซูปเปอร์วีจีเอ (SVGA) สามารถใช้งานกับเมาส์ (Mouse) ได้ โปรแกรมใช้งานคือระบบวินโดวส์ (Windows) และการใช้งานโปรแกรมที่ต้องติดตั้งในเครื่อง

1.2 ลักษณะการเขียนคำสั่งโปรแกรมควรทำงานโดยใช้เมนูและกล่องเครื่องมือ (Toolbox) จากหน้าจอ มีรูปแบบตัวอักษรและกราฟิก รวมทั้งเครื่องมือช่วยในการนำเสนอที่หลากหลาย มีภาพตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นภาพเหมือนจริง และภาพเคลื่อนไหวในโปรแกรม เพื่อนำมาใช้งาน สามารถทำงานเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นได้

2. จากการศึกษาการเปรียบเทียบความคิดเห็นของอาจารย์จำแนกตามสาขาวิชา พบว่า อาจารย์มีความคิดเห็นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เกี่ยวกับลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านรูปแบบตัวอักษร การกำหนดแบบและลายต่าง ๆ ของภาพที่วาดด้วยเครื่องมือ รูปแบบสี การสร้างปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน และการกำหนดรูปแบบพิเศษต่าง ๆ ในการปรากฏและลบภาพหน้าจอ โดยอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพมีความต้องการลักษณะของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าอาจารย์สาขาวิชาอื่น

เบญญพร มหาพิรุณ (2541 : บทคัดย่อ) ศึกษาแนวโน้มการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษาในระดับอุดมศึกษาในปี พ.ศ. 2545 (หลังแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8) โดยใช้เทคนิคเดลฟายเพื่อทราบสภาพแนวโน้มของการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษาในระดับอุดมศึกษาของไทยมาใช้ในการปี พ.ศ. 2545 เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนา

นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษาไทยในอนาคต กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาของไทยจำนวน 27 คน ข้อมูลได้จากแบบสอบถาม สรุปได้ดังนี้

1. จะมีการนำคอมพิวเตอร์ระบบข่ายงานบริเวณเฉพาะที่ (LAN) มาใช้ในการบริหาร นำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการประชาสัมพันธ์แทนสื่อสิ่งพิมพ์ระดับคณะ ศูนย์ สำนัก จะใช้ระบบอินเทอร์เน็ต และใช้ระบบสำนักงานอัตโนมัติ

2. แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ได้แก่ เครื่องฉายวีดิทัศน์ สื่อประเภทวัสดุ (Software) เครื่องฉายอินเทอร์เน็ต และซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ จะมีการใช้เครื่องฉายภาพวีดิทัศน์ (Video Projector) มากขึ้น ใช้ระบบอินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอนและวัสดุการเรียนจะเป็นระบบดิจิทัล จะมีการใช้โปรแกรมเพาเวอร์พอยท์ในการนำเสนอมากขึ้น

3. ในการเรียนการสอนจะใช้แหล่งสารสนเทศระบบ LAN คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย และอินเทอร์เน็ตมากขึ้นเพื่อสนองต่อความสนใจ และความรู้ความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

4. ในการจัดระบบการสอนในห้องเรียนที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นสอดคล้องกันมากได้แก่ การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ และจะมีการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเองสนองต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ในการสอนจะเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากขึ้น หรือเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

แบดมัสและคณะ (Badmus and others. 1996. CD-ROM) ได้ทำโครงการเรื่องการสาธิตการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบ ซึ่งมีหัววัด (Sensor) ต่อเข้ากับเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ว่าสามารถจะนำไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติการทดลองสำหรับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยได้อย่างไร โดยได้แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ การใช้งานและการสั่งงานเครื่องมือให้ทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ การสื่อสารระหว่างคนกับเครื่องมือด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นหลายโปรแกรมสำหรับงานหลายชนิด ตลอดจนมีตัวอย่างการทดลองที่สะดวกและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนนักศึกษาระดับอุดมศึกษาได้

ฮอดสัน (Hodson. 1997. CD-ROM) ได้ทำการวิจัยการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมเคมี เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจำลองสถานการณ์และคำนวณหาประสิทธิภาพของรูปแบบการบรรจุ (Packing) ในหอดูดซับ ในบทความนี้ได้สรุปไว้ในระยะไม่นานมานี้ได้มีการพัฒนารูปแบบของการบรรจุหลากหลายรูปแบบเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของการทำงานในหอดูดซับ เช่นการใช้การบรรจุด้วยวัสดุแบบแผ่นในหอทรงกระบอก เพื่อให้เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างไอและของเหลวมากที่สุด รูปแบบการพัฒนาที่มีอย่างต่อเนื่องนั้นเป็นการพัฒนาแบบที่ต้องมีการลองผิดลองถูก แล้วนำผลจากกระบวนการมาทดสอบหาประสิทธิภาพของการบรรจุนั้นๆ ด้วยการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจากการที่ต้องลงทุนในการลองผิดลองถูกทั้งในส่วนการสร้างเครื่องมือต้นแบบ การทดสอบหาประสิทธิภาพ

การลงทุนด้านสารเคมี เครื่องมือ และด้านเวลา ค่าใช้จ่าย เจนนิเฟอร์จึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถแก้ไขปัญหานี้ ด้วยการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถออกแบบและคำนวณผลจากการเปลี่ยนรูปแบบการบรรจุ โดยไม่ต้องทำการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ โปรแกรมนี้เรียกว่าคอมพิวเตอร์ซิมูเลชันไดนามิก (Computational Fluid Dynamic – CFD) ใช้สมการของนาเวียร์-สโตก (Navier Stokes) เป็นสิ่งสำคัญในการหาคำตอบและประเมินคุณภาพของรูปแบบการบรรจุ มีการแสดงผลของความร้อนและการถ่ายเทความร้อน แสดงค่าที่ต้องการออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาหารูปแบบการบรรจุที่เหมาะสมและได้มาตรฐานมากที่สุดสำหรับงานแต่ละงานที่แตกต่างกัน

บัสบูม (Busboom, 1997, CD-ROM) ได้ทำการวิจัยผลของการใช้ชุดเครื่องช่วยคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยช่วยในการสอนวิชาเคมี โดยได้ให้นักศึกษาได้ทำการบ้านจากคำถามของครูที่ตั้งคำถามแบบสถานการณ์ปัญหาขึ้น และใส่ข้อมูลที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้นักศึกษาได้ศึกษาก่อนที่จะเข้าเรียนในชั้นเรียนตามปกติพบว่านักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้นและการวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยที่ได้ร่วมมือในการพัฒนาโปรแกรมที่จะมอบการบ้านให้นักศึกษาได้ศึกษาในทุกระดับชั้นเรียน พร้อมทั้งมีระบบบันทึกการศึกษาจากคอมพิวเตอร์ให้ครูได้สามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนคนใดได้ศึกษาเมื่อไร ได้คะแนนจากแบบทดสอบในโปรแกรมเท่าไร ทำให้ทราบความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคน

จอห์นสันและมอริส (Johnson and Morris, 1997, CD-ROM) ได้ทำการวิจัยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมีทั่วไปที่มหาวิทยาลัยนอร์ทเธอร์แดม (Notre Dame) มลรัฐอินดีแอนา ประเทศสหรัฐอเมริกา โปรแกรมที่ได้พัฒนานี้เป็นการนำความรู้จากภาคทฤษฎีที่นักศึกษาได้เรียนรู้แล้วไปสู่การปฏิบัติ ออกแบบลักษณะโปรแกรมเป็นแบบบททบทวนบทเรียน (Tutorial) มีรายละเอียดเกี่ยวกับการทำปฏิบัติการเคมี การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ขั้นตอนการทำการทดลอง และหน้าบันทึกผลการทดลองพร้อมกับเน้นความสัมพันธ์ของการทดลองภาคปฏิบัติกับความรู้ภาคทฤษฎีไว้เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษาสรุปได้ในทางที่ถูกต้อง

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยมีความเห็นว่ามีความต้องการการใช้คอมพิวเตอร์มาประกอบการเรียนการสอนทั้งในส่วนของนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน แต่ขาดการส่งเสริมสนับสนุนอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จึงทำให้การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบการเรียนเป็นไปอย่างไม่แพร่หลาย และในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ต้องใช้ความพยายามมากหากอาจารย์ผู้สอนเพียงคนเดียวจะพัฒนาขึ้น ควรต้องอาศัยความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย จากแนวโน้มการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบการเรียนการสอนที่คาดว่าจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต และการศึกษาโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้วิจัยจึงมีเห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองการศึกษาด้วยวิธีนี้ได้

จึงสนใจพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองในวิชาฟิสิกส์เคมีสำหรับ  
วิศวกรรมเคมี

### 3. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์จะต้องประสบปัญหาหรืออุปสรรคอยู่เสมอ ปัญหา  
บางอย่างก็ง่ายแต่บางครั้งก็มีความซับซ้อนยากที่จะแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งแบบแผนหรือ  
วิธีการขจัดปัญหาก็แตกต่างกันออกไป อาจขึ้นอยู่กับความยากง่ายของปัญหา ประสบการณ์และ  
ทัศนคติของแต่ละบุคคล จึงไม่เป็นการแปลกอะไรเลยที่บุคคลบางจำพวกไม่สามารถแก้ไขปัญหา  
ของตนได้ ในขณะที่บุคคลบางกลุ่มประสบความสำเร็จอย่างงดงาม เป็นต้นว่านักวิทยาศาสตร์  
ซึ่งได้พบกับปัญหาที่ท้าทายความคิดและความสามารถต่างไปจากปัญหาของชาวบ้าน และเป็น  
ผลให้เกิดการค้นพบและเกิดสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ มากมาย (อำนาจ รุ่งรัศมี .2525 : 10)

ปัจจุบันนักการศึกษายอมรับกันทั่วไปแล้วว่า การเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนประสบ  
ความสำเร็จในชีวิต จะต้องเป็นการศึกษาที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และ  
ก่อให้เกิดความสุขต่อผู้เรียน การจัดกิจกรรมจะต้องควบคู่ระหว่างทฤษฎีและปฏิบัติอันจะทำให้  
เกิดการคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาได้ การจัดกิจกรรมในห้องเรียนจะเน้นให้นักเรียนเกิดปัญหา  
เพื่อมุ่งจะฝึกหัดให้คิดและแก้ปัญหาต่อไป (วิมล สรรพพานิช. 2537 : 27)

#### 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

บุญชม ศรีสะอาด (2536 : 7-8) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาและการแก้ปัญหาไว้  
ดังนี้

1. ปัญหาเป็นสิ่งที่มนุษย์จะต้องพบและแก้ไข
2. ในการแก้ปัญหาซึ่งมีหลาย ๆ ปัญหา ควรพิจารณาตามความเร่งด่วนของ  
ปัญหาเหล่านั้น
3. ในการแก้ปัญหาจะต้องพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ โดยพิจารณาองค์ประกอบ  
ของปัญหาให้ชัดเจน
4. สาเหตุของปัญหา อาจเป็นไปได้หลายรูป บางปัญหาอาจมีสาเหตุเดียว แต่บาง  
ปัญหาอาจมีหลายสาเหตุ
5. ปัญหาเดียวกันอาจมาจากสาเหตุที่แตกต่างกัน หรือสาเหตุเดียวกันอาจก่อให้เกิด  
เกิดปัญหาได้หลายปัญหา
6. ปัญหาของบุคคลหนึ่ง กลุ่มบุคคลหนึ่งหรือในสถานที่หนึ่ง อาจไม่เป็นปัญหา  
สำหรับบุคคลอื่น กลุ่มบุคคลอื่นหรือในสถานที่อื่น

7. ในการแก้ไขปัญหาควรมีข้อมูลที่เหมาะสมและเพียงพอทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ
8. การแก้ปัญหาบางเรื่องอาจใช้เวลานานและบางเรื่องอาจใช้เวลาไม่นานนัก
9. การแก้ปัญหาบางเรื่องจะต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจจากบุคลากรหลายฝ่ายไม่สามารถแก้ไขโดยลำพังตนเองได้
10. การป้องกันปัญหาย่อมดีกว่าการแก้ไขปัญหา
11. ปัญหาที่แก้เสร็จแล้ว เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนไป ก็อาจกลายมาเป็นปัญหาใหม่ได้
12. การแก้ปัญหาหนึ่งให้ลุกลงไปอาจเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาใหม่
13. คุณลักษณะที่สำคัญที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพได้แก่ความสามารถในการวิเคราะห์ ความคิดริเริ่ม และมนุษยสัมพันธ์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2540 : 103) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหามีถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล โดยพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏและหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่ก่อความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน การคิดแก้ปัญหาก็เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นในภาวะสังคมปัจจุบัน ซึ่งในระบบการศึกษาจำต้องให้ความสำคัญในการพัฒนา ผักผ่อนเยาวชน ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะการคิดแก้ปัญหามาก

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2541 : 91) กล่าวถึงปัญหาว่า ปัญหาหมายถึงสถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์หรือสิ่งที่พบแต่ยังไม่ทราบคำตอบหรือยังไม่ทราบว่า จะดำเนินการอย่างไรได้ทันทีหรือเมื่อมีความสนใจต่อสิ่งนั้น ๆ แต่ยังมองไม่เห็นแนวทางของการดำเนินการ

คูลิค และรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993 : 6) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหว่าเป็นกระบวนการที่บุคคลจะใช้ประสบการณ์ ทักษะ ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้า มาใช้เพื่อหาข้อสรุปหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โดยกระบวนการเริ่มต้นตั้งแต่การมองเห็นปัญหาไปจนถึงการลงข้อสรุป ได้มาจากการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน และนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ได้ว่าจะนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้อย่างไร

โซเดน (Soden. 1994 : 27) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหเป็นทักษะด้านการคิด เช่นเดียวกับการเรียนรู้ที่เป็นทักษะทางด้านการคิดด้วยเช่นกัน นักเรียนจะต้องรู้วิธีการที่จะกระทำกับข้อมูลใหม่ ๆ ที่ได้มาเพื่อการแก้ปัญหาและบุคคลที่จะเป็นผู้ที่เรียนรู้ได้ดีนั้นจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหเป็นอย่างดีด้วย

สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถด้านการคิดที่มีความสัมพันธ์กับสติปัญญา สามารถมีการพัฒนาได้โดยบุคคลจะใช้ประสบการณ์และทักษะความรู้ที่เรียนรู้มาก่อนใช้แก้ปัญหาใหม่ และสามารถฝึกได้ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน และเนื่องจากการดำเนินชีวิตของมนุษย์จะต้องพบกับปัญหาต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา ผู้สอนจึงควรฝึกให้นักศึกษามีทักษะการแก้ปัญหาที่ดี

### 3.2 กระบวนการแก้ปัญหา

มังกร ทองสุขดี (2521 : 118-121) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกรรมวิธีที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการเสาะหาความรู้ที่ซ่อนเร้นอยู่ในธรรมชาติ กรรมวิธีนี้ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน

1. การกำหนดตัวปัญหา ในการจะแก้ปัญหาใด ๆ จำเป็นจะต้องรู้จักตัวปัญหาก่อน ซึ่งนักเรียนอาจพบได้ทั้งในห้องเรียนและในชีวิตประจำวัน ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรฝึกให้เด็กรู้จักการตั้งคำถามหรือปัญหาอยู่เสมอ

2. วิธีการแก้ปัญหาที่คาดว่าจะใช้ได้ ซึ่งจะต้องอาศัยองค์ประกอบเช่น

2.1 การรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้

2.2 การรู้จักใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อได้รับคำตอบที่ถูกต้อง

2.3 การเลือกใช้และวิธีการควบคุมตัวแปรอย่างรัดกุม

2.4 รู้จักวิธีการอธิบายและตอบข้อซักถามได้ถูกต้อง

3. การกำหนดสมมติฐาน คือสามารถเลือกตัดสินใจว่า วิธีการแก้ปัญหาแบบใดที่จะช่วยแก้ปัญหานั้นได้

4. การตรวจสอบสมมติฐานและการเก็บข้อมูล ต้องมีการออกแบบการทดลองขึ้นมาเพื่อตรวจสอบดูว่า สมมติฐานนั้นจะเป็นสิ่งที่แก้ปัญหาได้ดีมากน้อยเพียงไร ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ถือว่าการทดลอง คือปัจจัยหรือกรรมวิธีจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยให้เด็กได้เผชิญกับสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

5. การสำรวจข้อมูลและการลงความเห็น

5.1 การนำปัญหามาพิจารณา ถกเถียง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณค่า

5.2 การนำข้อมูลไปจำแนกแจกแจง

5.3 การเปรียบเทียบผลที่บังเกิดขึ้น

5.4 การตีความหรือการแปลความหมายของผลลัพธ์ที่ได้รับ

5.5 การลงความเห็นที่ใช้เป็นข้อยุติ ซึ่งจะต้องเป็นความเห็นที่สอดคล้องกับข้อมูลที่น่ามาใช้

## 6. การค้นหาข้อมูลย้อนกลับ

รศนา อัมชะกิจ (2535 :15-17) ได้อธิบายว่าในการแก้ปัญหาจะต้องพยายามค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหานั้น แล้วมุ่งเน้นแก้สาเหตุแห่งปัญหานั้นให้หมดสิ้น และเสนอว่าการปฏิบัติตามแนวริยสัจ 4 ของพระพุทธศาสนาคือหลักการแก้ปัญหาที่ประเสริฐเป็นเลิศ นับเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอันดับแรกของโลกที่ทรงคุณค่าเป็นอมตะสมควรนำมาเผยแพร่เชิงเปรียบเทียบ นอกจากนี้ได้ให้ความเห็นว่าขั้นตอนการแก้ปัญหาส่วนใหญ่มีหลักการคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันในรายละเอียดไปบ้างเป็นเพียงเพิ่มเติม เช่น

รูปแบบที่ 1      ระบุปัญหา      ระบุสาเหตุของปัญหา      กำหนดวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาและเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

รูปแบบที่ 2      ระบุปัญหา      ระบุสาเหตุของปัญหา      เสนอวิธีแก้ปัญหาหลายวิธี      ตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุด

รูปแบบที่ 3      กำหนดตัวปัญหาให้ชัดเจน      รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง      วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุ      กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา      เลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม

รูปแบบที่ 4      ระบุปัญหาให้ชัดเจน      สหสมสมการที่จะนำมาใช้เป็นกุญแจไขปัญหา      ทำการคำนวณด้วยสมการที่คัดเลือกจากขั้นที่ 2      รวบรวมข้อมูลตรวจสอบหน่วยของผลการคำนวณ      ทบทวนตรวจสอบคำตอบ

รูปแบบที่ 5      ระบุปัญหา      พิจารณาปัญหาให้ครบมิติได้แก่ อะไร ที่ไหน เมื่อไร และมากน้อยเท่าไร      สืบเสาะหาข้อมูลอันเป็นกุญแจไขปัญหาจากแนวทางที่กำหนดทั้งสี่มิติตามขั้นที่ 2      ทดสอบสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูง      พิสูจน์หาสาเหตุที่แท้จริง

รูปแบบที่ 6      การควบคุมคุณภาพหรือ Q.C. ประกอบด้วย      ค้นหาปัญหา      เรื่องคุณภาพหรือข้อขัดข้องในการดำเนินงาน      หาสาเหตุของการเกิดปัญหาด้านคุณภาพ      เสนอแนวทางแก้ปัญหาคุณภาพ      ปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางที่เลือก      เสริมสร้างคุณภาพและประสิทธิภาพในการดำเนินงานเมื่อสามารถยุติข้อเสียหายได้เป็นผลสำเร็จ

วิมล สำราญวานิช (2537 : 28-29) ได้อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 3 รูปแบบ คือ แบบ CPS (Creative Problem Solving) แบบ IDEAL (Identify, Define, Expore, Act and look) และแบบ SSCS (Search, Solve, Create, Share) ไว้ดังนี้

การแก้ปัญหารูปแบบ CPS (Creative Problem Solving) มี 5 ขั้นตอนคือ

1. การค้นหาความจริง เป็นการหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่
2. การค้นปัญหา เป็นการหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้น ๆ
3. การจำกัดขอบเขตของปัญหา เป็นการหาแนวคิดหรือขอบเขตของปัญหา
4. หาทางเลือกในการแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหา

### 5. แก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของปัญหา

การแก้ปัญหารูปแบบ IDEAL (Identify, Define, Expore, Act and look) มี 5 ขั้นตอนคือ

1. การรวบรวมข้อมูลของปัญหา (Identify) เป็นการหาข้อมูลข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่
2. นำเสนอปัญหา (Define) เป็นการกำหนดขอบเขตของปัญหาหรือสำรวจแนวคิดในการแก้ปัญหา
3. หาวิธีการแก้ปัญหา (Expore) เป็นการหาวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
4. ปฏิบัติตามทางเลือกของการแก้ปัญหา (Act) เป็นการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ
5. พิจารณาผลที่ได้พร้อมทั้งประเมินผลที่ได้ (Look) เป็นการตรวจสอบและประเมินผลของคำตอบที่ได้

การแก้ปัญหารูปแบบ SSCS มี 4 ขั้นตอนคือ

1. Search หมายถึง การค้นหาปัญหา แยกแยะสาเหตุของปัญหา
2. Solve หมายถึง การแก้ปัญหา หรือการหาคำตอบของปัญหา
3. Create หมายถึง การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย
4. Share หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ทั้งของตนเองและผู้อื่น

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2540 : 107-110) กล่าวถึงการคิดแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตระหนักรู้ (Sensing Problems and Challenges) เป็นขั้นตระหนักรู้ถึงสิ่งที่ทำให้เป็นปัญหาและกำหนดประเด็นปัญหา
2. ขั้นรวบรวมข้อมูล หรือขั้นค้นหาความจริง (Data Finding หรือ Fact Finding) เป็นขั้นพิจารณาถึงสิ่งทำให้เกิดความวิตกกังวล สับสน วุ่นวายใจ เก็บรวบรวมข้อมูล สอบถาม คั่นคว้าและจัดเรียงให้เป็นหมวดหมู่
3. ค้นหาปัญหาที่แท้จริง (Problem Finding) เป็นขั้นตอนที่เน้นการพิจารณาว่าอะไรคือปมปัญหาที่แท้จริง ต้องใช้ทักษะการวิเคราะห์และการสังเคราะห์ กล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ทักษะความคิดขั้นสูงเข้ามาประกอบ
4. ขั้นคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหา (Idea Finding) คิดค้นหาวิธีในการแก้ไขปัญหามากมาย วิธี โดยพยายามคิดค้นหาวิธีทั้งที่เป็นปกติหรือเป็นวิธีที่แปลกใหม่

5. ขั้นค้นหาข้อสรุป (Solution Finding) เป็นการค้นหาข้อสรุปว่าจากแนวทางหลายๆ ทางในการแก้ปัญหา นั้น วิธีใดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เป็นที่ยอมรับมากที่สุด

6. ขั้นยอมรับข้อสรุปและดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือก (Acceptance Finding) เป็นขั้นตอนในการกำหนดขั้นตอน และปฏิบัติตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามที่ได้เลือกวิธีการแก้ปัญหา

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2541 : 91) กล่าวถึงกระบวนการของการแก้ปัญหาว่าส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาด้วยข้อมูลที่รวบรวมไว้
2. ออกแบบ วางแผนแก้ปัญหา
3. ดำเนินการค้นหา ปฏิบัติการตามทีออกแบบไว้
4. ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้องและเป็นไปได้เพียงไร

และได้ให้ความเห็นเพิ่มเติมว่า กระบวนการแก้ปัญหาก็ประกอบด้วยกระบวนการคิดและกระบวนการดำเนินการควบคู่กันไป โดยจะเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง กล่าวคือ

5. การคิด เริ่มต้นจากการคิดแก้ปัญหาที่มีอยู่ไปสู่ผลสำเร็จที่ได้จากการแก้ปัญหา
6. ใช้กระบวนการเป็นระบบ อันได้แก่ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. การประเมินผลว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องหรือไม่
8. การคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อลงข้อสรุปและให้ข้อเสนอแนะ

เวียร์ (Weir. 1974 : 16-17) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem)
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Feature)
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Verifying the Solution)

จอห์นซี (Johncey. 1990 : 5) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การสังเกตเพื่อได้มาซึ่งปัญหา
- ขั้นที่ 2 ตั้งปัญหา
- ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐาน
- ขั้นที่ 4 ทำการทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 5 เลือกแนวทางที่คิดว่าจะได้คำตอบ

ขั้นที่ 6 ประดิษฐ์เครื่องมือเพื่อใช้ตรวจสอบคำตอบ

ขั้นที่ 7 ทดสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่

จากกระบวนการแก้ปัญหาที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้นั้น กู๊ด (Good. 1959 : 486) สรุปว่าวิธีการแก้ปัญหาเป็นวิธีเดียวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง และการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพราะเป็นวิธีที่มีขั้นตอนการหาคำตอบหรือค้นหาความจริงที่มีขั้นตอนชัดเจน ต่อเนื่อง มีระบบระเบียบ มีการใช้เหตุผล จากขั้นตอนการแก้ปัญหา

กลุ่มงานเรื่องทักษะการแก้ปัญหา บริษัทชานมีเดีย (Science Media) (1999. Online) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. พิจารณาว่าปัญหานั้นถามถึงสิ่งใด
2. พิจารณาว่ามีข้อมูลใดบ้างที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งบางครั้งอาจจะต้องหาข้อมูลมาประกอบการแก้ปัญหาเอง เช่นจากตำราหรือเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ
3. เลือกแนวทางที่จะแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ค้นคว้า ถ้าเป็นไปได้ให้แยกแยะปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ และแก้ปัญหาย่อย ๆ ทีละปัญหาก่อน
4. ประเมินผลของการแก้ปัญหา ถ้าไม่สามารถแก้ปัญหาได้ให้ย้อนดูข้อผิดพลาดทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้น

ข้อแนะนำ ควรอ่านปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนเพื่อพิจารณาว่าสิ่งใดคือปัญหาและให้ข้อมูลใดมาบ้างเพื่อที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232 – 234) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนคือ

1. การระบุปัญหา สิ่งสำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็นซึ่งเกิดจากความอยากรู้อยากเห็นและทักษะในการสังเกต
2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน
3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย จึงได้ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวของทบวงมหาวิทยาลัยทั้ง 4 ขั้นตอน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยนักศึกษามีความสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ระบุวิธีการทดลอง สรุปผลการทดลองและนำผลไปใช้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้

### 3.3 การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

มังกร ทองสุต (2522 : 5-10) กล่าวถึงการเรียนการสอนที่ครูจะช่วยให้เด็กนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นและจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนต้องเผชิญปัญหายู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหายู่เสมอนั้น อาจจะหาแนวทางต่างๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้าก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่างๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Sehwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อารมณ์วิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์ วิจัยปัญหานั้นออกเป็นขั้นๆ ดังนี้

- 4.1 การกำหนดปัญหา
- 4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง
- 4.3 ตั้งสมมติฐาน
- 4.4 ทดสอบสมมติฐาน
- 4.5 ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางสามารถนำไปใช้กับทุกสาขาวิชาบางที่เรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหา โดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการแห่งปัญญา (The Method of Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรจะฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนั้นครูจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

1. ฝึกให้รู้จักการวิเคราะห์ – สังเคราะห์
2. ฝึกให้รู้จักออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องก็ได้

สมจิต สวชนไพบลีย์ (2541 : 91-92) กล่าวว่าสภาพการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนคิดแก้ปัญหานั้น อาจส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกัน ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสติปัญญา ความรู้ พื้นฐานสภาพสังคม ประสบการณ์ คุณลักษณะด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนด้วย ฉะนั้นครูจึงควรอย่างยิ่งที่จะต้องจัดสภาพการณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ กล่าวคือ

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆ และมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธี มาให้นักเรียนฝึกฝนแก้ปัญหาให้มากๆ
2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนนั้น ควรเป็นปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน เป็นปัญหาที่ไม่พันวิสัย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเขาวงกตปัญญาของนักเรียน
3. การฝึกแก้ปัญหานั้น ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้แนะนำให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจนก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อยๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง
4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอน หรือจัดสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่างๆ
5. ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม ครูไม่ควรจะบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรงๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วนักเรียนอาจจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิดของตนเองเท่าที่ควร

สภาพของการแก้ปัญหา (Condition for Problem Solving) ไม่ว่าจะแก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงไร อาจจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในการแก้ปัญหาคือ

1. สภาพภายใน เป็นลักษณะที่นักเรียนมีความฉับไวทางสติปัญญา (Intelligence Fluency) มีความรวดเร็วในการพิจารณาความแตกต่าง มีความรวดเร็วในการตั้งสมมติฐานและมีความสามารถที่จะระลึกเกี่ยวกับหลักการ ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว สิ่งเหล่านี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

2. สภาพภายนอกได้แก่ การสื่อความหมายซึ่งเป็นเงื่อนไขอีกประเภทหนึ่ง ช่วยในการแก้ปัญหานักเรียน การสื่อความหมายในที่นี้คือ การสอน การใช้ภาษา การถามคำถาม สิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาโดยตรง

3. พฤติกรรม เป็นลักษณะเฉพาะที่นักเรียนสามารถสร้างแนวการใช้หลักเกณฑ์ที่ซับซ้อนเพื่อแก้ปัญหาใหม่ โดยอาศัยการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วสรุปเป็นหลักการการแก้ปัญหาแต่ละครั้งไว้ เพื่อถ่ายทอดการแก้ปัญหาค้างไว้ไปใช้ใหม่ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

จากเอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พบว่า การฝึกให้เด็กได้ทำงานและมีการทดลองอยู่เสมอโดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น และผู้สอนควรจัดสถานการณ์ใหม่ ๆ บรรยากาศของการเรียนการสอนและสิ่งแวดล้อมที่ยืดหยุ่น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอจะเป็นสภาพการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดแก้ปัญหา ในขั้นตอนการออกแบบเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา และนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาทั้งการศึกษาจากคอมพิวเตอร์และการศึกษาระหว่างการทำทดลองไว้ด้วย

### 3.4 การเรียนการสอนวิศวกรรมศาสตร์กับการแก้ปัญหา

สมบัติ ชีมทรัพย์ (2535 : 29-33) กล่าวถึงการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์ไว้ว่า อาชีพวิศวกรเป็นนักแก้ปัญหาทางด้านเทคโนโลยีของสังคม โดยปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์มักจะมีอยู่ยากและซับซ้อนทำให้ต้องใช้จินตนาการ และความสามารถในการสร้างสรรค์เข้าช่วยด้วย ที่สำคัญคือปัญหานั้นจะไม่มีกำหนดเป็นโจทย์หรือเป็นคำถามอย่างชัดเจนวิศวกรจะต้องกำหนดตัวปัญหาขึ้นเองจากสถานการณ์ การกำหนดปัญหาให้เหมาะสมและถูกต้องเป็น

สิ่งสำคัญที่สุดและเป็นส่วนที่ยากที่สุดด้วย ดังนั้นวิศวกรจะต้องกำหนดตัวปัญหาและความจำเป็นที่จะต้องแก้ปัญหาในสถานการณ์ซับซ้อนนั้นให้ตรงเป้าก่อน หลังจากนั้นจึงใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าช่วยในการแก้ปัญหาให้สนองตอบความจำเป็นต่าง ๆ

ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่มีทางแก้ปัญหาได้เพียงวิธีเดียวนั้นจะมีน้อยมาก ส่วนใหญ่จะมีอยู่หลายวิธี ยิ่งกว่านั้นถ้ามีข้อจำกัดมากมายในตัวปัญหาเอง อาจทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาทั้งหมดได้ งานที่จำเป็นของวิศวกรคือการหาวิธีแก้ปัญหาที่เป็นจริงได้ แล้วจึงพิจารณาว่าวิธีการใดเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสถานการณ์ที่เป็นอยู่ โดยทั่วไปวิศวกรมักจะไม่นิยามล่วงหน้าว่า แนวทางในการแก้ปัญหาของตนนั้นถูกต้องตรงจุดหรือไม่ ดังนั้นวิธีการที่ใช้มากที่สุดคือการลองผิดลองถูก ซึ่งนับว่าเสี่ยงมากถ้าจะสรุปว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากผลของการแก้ปัญหาครั้งเดียวนั้นถูกต้อง ดังนั้นการตรวจสอบ ทบทวนและการสอบสวนผลของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ จึงมีความจำเป็นมากเมื่อเทียบกับการแก้ปัญหาในสาขางานด้านอื่น ๆ

ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่มีความซับซ้อนจนต้องใช้ความชำนาญ ประสบการณ์ ความรู้ และการสร้างสรรค์เข้าช่วยในการแก้ปัญหาสำคัญบางส่วน วิศวกรจึงต้องมีความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการทำงานต่อไป ความรู้ทางทฤษฎีต่าง ๆ เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะใช้แก้ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้ วิศวกรจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาได้ดีอีกด้วย องค์ประกอบที่สำคัญของการวิเคราะห์ด้านวิศวกรรมศาสตร์คือความสามารถในการแจกแจงประเด็นสำคัญของปัญหา วิศวกรจะต้องมีความสามารถในการบ่งชี้ปัญหาและแยกส่วนสำคัญออกจากปัญหาที่รวมกันอยู่อย่างซับซ้อน จากนั้นจึงกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่สำคัญนี้ โดยใช้การวิเคราะห์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เหมาะสม

ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์ อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 วิศวกรจะต้องพยายามเข้าใจปัญหาและสิ่งที่ทำให้ปัญหาสับสน แล้วจึงกำหนดปัญหาและเป้าหมาย (Goal) ที่ต้องการอย่างชัดเจน การกำหนดปัญหาที่ซับซ้อนจะต้องรวมเอากระบวนการประมวลแนวคิดที่ซึ่งส่วนสำคัญของปัญหา และเสนอต้นแบบในการแก้ปัญหาอย่างง่ายด้วย

ขั้นที่ 2 เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หลาย ๆ วิธี โดยทั่วไปนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์จะคุ้นเคยกับวิธีการนี้เป็นอย่างดีจากการทำแบบฝึกหัด ซึ่งเป็นการนำเอาปัญหาที่กำหนดแล้วอย่างดีชัดเจนมาหาทางแก้ปัญหา สำหรับปัญหาจริงวิศวกรต้องแก้ปัญหาให้เป็นไปตามข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีโดยจะต้องใช้ความสามารถในการวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ขั้นที่ 3 เป็นการตรวจสอบว่า วิธีการแก้ปัญหาที่คิดไว้หลาย ๆ วิธีนั้น วิธีใดบ้างที่เป็นจริงได้ โดยจะต้องตรวจสอบทั้งทางด้านขั้นตอน เหตุผล และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจะต้องประเมินและเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ว่า วิธีการแก้ปัญหาใดที่จะเหมาะกับเป้าหมายและได้ประโยชน์มากที่สุด ซึ่งจะต้องศึกษาอย่างละเอียดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

ขั้นที่ 4 (ขั้นสุดท้าย) เป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกแล้วให้อยู่ในรูปแบบที่ชัดเจนและสะดวกในการปฏิบัติถึงแม้ว่าการแสดงวิธีและผลของการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของการเขียนบรรยาย การคำนวณ การเขียนแบบ แต่บ่อยครั้งที่ต้องใช้การพูดหรือการเขียนรูปประกอบ

ทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่บัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์จะต้องมีความรู้เป็นพื้นฐานด้วยนั้น จากรายงานการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับอุดมศึกษา (พ.ศ.2541) เมื่อพิจารณาถึงการฝึก (Training) ที่จะทำให้นักศึกษาคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ แก้ปัญหาอย่างวิธีวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ มีความสามารถในการค้นหาความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ จากแหล่งความรู้ที่มีอยู่แล้ว การใช้วิจารณ์ญาณ และความคิดวิเคราะห์อย่างวิทยาศาสตร์ ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นที่คาดว่าวิชาปฏิบัติการ วิชาสัมมนาและวิชาการแก้ปัญหา (Problem Solving) จะมีส่วนในการฝึกอบรมในเรื่องเหล่านี้ แต่วิธีการที่ใช้ในวิชาเหล่านี้คงจะมีผลด้วย

วิชาปฏิบัติการอาจจะไม่ได้ฝึกกระบวนการวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เนื่องจากวิธีการที่ให้นักศึกษาทำอาจเป็นการทำตามคำแนะนำหรือคำสั่งโดยไม่ได้ฝึกใช้ความคิด ประโยชน์ที่ได้ อาจเป็นเพียงได้ทักษะในการใช้เครื่องมือเท่านั้น วิชาโครงงาน (Senior Project) เป็นวิชาที่จะฝึกกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ดี หากจะเป็นปัญหาที่ให้นักศึกษาพยายามแก้ด้วยตนเอง ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบคำตอบเอง หรือทำการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีด้วยตนเอง ผลที่ได้ขึ้นกับว่านักศึกษาได้ใช้วิธีวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเพียงใด วิชาสัมมนาส่วนใหญ่จะเป็นการฝึกให้รู้จักค้นคว้า สรุปความรู้ความเข้าใจและนำเสนอผลงาน ซึ่งก็เป็นทักษะสำคัญของวิทยาศาสตร์ วิชาการแก้ปัญหา (Problem Solving หรือ Scientific Problem Solving) น่าจะเป็นวิชาที่ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีหากมีการบอปัญหาที่ดีให้นักศึกษาฝึกแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ แม้จะฝึกโดยเชิงความคิดที่ไม่ได้ลงมือทดลองหรือลงมือกระทำการใดจริง ๆ แต่หลายสถาบันยังไม่ได้ใช้วิชานี้ หลักสูตรบางแห่งของต่างประเทศมีวิชาวิจัย (Senior Research) ซึ่งน่าจะมีส่วนสอนให้นักศึกษาเป็นนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2541 : 5-6)

จากข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังที่ได้กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบกับการทำการทดลอง ซึ่งจะให้นักศึกษาได้ศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนทำการทดลองและมีคำถามเพื่อให้นัก

เรียนหาคำตอบจากการทดลอง แล้วจึงกลับมาศึกษาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พร้อมกับมีแบบทดสอบที่นำเสนอตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากรูปแบบของทบวงมหาวิทยาลัย 4 ขั้นตอนแทรกอยู่ในบทเรียนคือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง เพื่อฝึกให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ในแก้ปัญหาจากบทเรียน

### 3.5 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ การนำไปใช้ ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุทัย บุญมาดี (2529 : 60) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท. พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนตามชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

หอมวล ใจชื่อ (2529 : 63-64) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาญจนา ลาภรวาย (2532 : 75-77) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสาธิตแบบชี้แนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุษยาณี ปุชิตากร (2533 : 91-92) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อสิริยา สิริวิทยารรณ (2534 : 91) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทปโทรทัศน์สร้างสถานการณ์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 2 แบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ใช้เทปโทรทัศน์สร้างสถานการณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเรียนจากคู่มือครู

ชุตินา วัฒนะศิริ (2536 : 87) ศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท. พบว่าความสามารถด้านทักษะกระบวนการแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดำเนิน ยาห้วม (2537 : บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัตนะ บัวรา (2540 : 102) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนวิภา อ่อนศรี (2541 : 79-80) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าทักษะกระบวนการทั้ง 13 ทักษะมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เคโดร (Khedro. 1994. CD-ROM) ได้ทำการวิจัยเชิงบรรยายสรุปความเห็นสนับสนุนการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาในการใช้ร่วมกับเทคนิคการสอนอื่น ๆ เพื่อใช้สอนนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ และหนึ่งในข้อเสนอแนะคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่รวมระหว่างเทคนิคการสอนหลาย ๆ อย่างร่วมกัน หลังจากมีการออกแบบโปรแกรมแล้วก็ได้ศึกษาผลของการสอน และได้ข้อเสนอแนะว่ามีความต้องการการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่จะให้นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ สามารถใช้ได้อย่างสะดวกและเข้าใจในบทเรียนง่ายขึ้น มีการเรียนรู้ตามขั้นตอนการทำงานที่ได้วางแผนไว้และมีการเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ที่แสดงออกได้เมื่อนักศึกษาแต่ละคนใส่ข้อมูล (Input) ที่ต่างกันเข้าไป เป็นการออกแบบโปรแกรมที่ค่อนข้างยืดหยุ่นและใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ผู้เรียนจะสามารถเรียนเนื้อหาต่อไปได้ในขั้นสูงขึ้นเมื่อสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ในงานวิจัยนี้ส่วนหนึ่งได้เป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างงานประดิษฐ์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งในงานที่ต่างกันวิศวกรก็ต้องประยุกต์ใช้โปรแกรมในทางที่แตกต่างกัน

เคิร์ทซ์และโอเนล (Kurtz and O'Neal. 1994. CD-ROM) ได้ทำการศึกษาวิจัยพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่มหาวิทยาลัยหลุยส์เซียนา (Louisiana Technological University) เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในเรื่องของวิทยาการคอมพิวเตอร์ และมีการออกแบบการเรียนรู้ในแบบสถานการณ์จำลอง และได้สำรวจความคิดเห็นจากนักศึกษาพบว่านักศึกษามีความเห็นว่าเป็นสื่อการสอนที่มีคุณค่า ปัญหาที่นำเสนอไว้เป็นปัญหาจากนักวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ ในขั้นตอนการปฏิบัติโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ออกแบบให้มีหน้าบ้านที่ทึบผล มีฐานข้อมูล โครงสร้างฐานข้อมูล กราฟิก ข้อมูลที่จำเป็นอย่างอื่น ๆ ตัวอย่างตารางและข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณ มีหลายโปรแกรมให้เลือกศึกษาสำหรับนักศึกษาที่มีความสนใจต่างกัน และสามารถเปลี่ยน

ภาษาที่ใช้ในบทเรียนได้ มีการประเมินผลและได้รับการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ มีการประเมินผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับนักศึกษาด้วยการทดลองให้นักศึกษาใช้ และเปรียบเทียบคะแนนระหว่างผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pretest and Posttest) ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบวัดที่ผ่านการหาคุณภาพแล้ว

ดามาดาสา (Dharmadasa. 1998. CD-ROM) ศึกษาเปรียบเทียบมโนคติของนักเรียนที่ใช้วิธีสอนโดยการแก้ปัญหาจากการทดลองเป็นกลุ่มทดลอง และวิธีสอนแบบปกติโดยครูสาธิตให้นักเรียนดูและใช้หนังสือประกอบการเรียนเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 67 คน จากผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า นักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งของนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนการสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ฮูฟเวอร์ (Hoover. 1999. CD-ROM) ศึกษาผลของรูปแบบการเรียน 3 แบบ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการระลึกได้ โดยทำการทดลองกับนักเรียน 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนด้วยการอธิบายที่ใช้ตัวอักษรอย่างเดียว กลุ่มที่สองเรียนด้วยการอธิบายที่ใช้ตัวอักษรและตาราง กลุ่มที่สามเรียนด้วยการอธิบายที่ใช้ตัวอักษรและแผนผังที่เป็นระบบ ใช้เนื้อหาเรื่องกลุโคส พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

จอลลี (Jolly. 1999. CD-ROM) ทำการศึกษาผลของการใช้แผนผังมโนคติที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้ใช้วิธีสอนโดยแผนผังมโนคติ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดสอบก่อนเรียน และใช้ทดลอง 4 สัปดาห์ จากนั้นทดสอบหลังเรียน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศหญิงและเพศชายในเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนได้โดยครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ด้วยการกระตุ้นให้คิดอยู่เสมอ จัดสถานการณ์ปัญหาใหม่ๆ ฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง จัดสถานการณ์ยั่วและใช้สื่อการศึกษาต่าง ๆ เป็นส่วนส่งเสริมให้นักศึกษาได้ฝึกการคิดแก้ปัญหา ส่วนงานวิจัยในประเทศยังไม่มีการศึกษาถึงการใช้สื่อที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองว่าจะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2

#### 4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันเป้าหมายของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนแปลงไป หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนทั้งของประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ ส่วนใหญ่เป็นหลักสูตรแบบผสมผสาน ไม่ได้แยกสอนปฏิบัติการออกจากทฤษฎีดังเช่นแต่ก่อน กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ถือเป็นแกนหลักของกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องทำปฏิบัติการ เก็บรวบรวมข้อมูล แล้วจึงสรุปและแปลผลออกมาเป็นความรู้ หรือกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์จากการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่ทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันว่าเป็นจริงตามกฎเกณฑ์หรือทฤษฎีที่ได้เรียนมาแล้วหรือไม่ นอกจากนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองภายใต้การดูแลของผู้สอน เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ผู้เรียนจะเป็นผู้คิดหาวิธีการ เลือกวิธีการ และดำเนินการตามวิธีที่คิดขึ้นด้วยตนเองจนได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น (ธงชัย ชิวปรีชา. 2537 : 64-65)

กึ่งฟ้า สินธุวงศ์ และละออ แสนศักดิ์ (2524 : 173) กล่าวถึงการปฏิบัติการทดลองไว้ว่า การทดลองเป็นกิจกรรมของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีจุดมุ่งหมายแน่นอน กระบวนการที่แจ่มชัดซึ่งประกอบด้วยการวางแผนและการควบคุมอย่างดี รวมทั้งมีการสรุปผลที่ได้รับจากการทดลองด้วย การทดลองมีตั้งแต่ชนิดที่ตรงไปตรงมาเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันไปจนถึงชนิดที่ยุ่งยากซับซ้อน ทั้งนักเรียนและครูต้องรู้จักใช้สามัญสำนึกในการแก้ปัญหาตอนเริ่มต้น เพื่อคิดหาวิธีการทดลองซึ่งต้องการพิสูจน์สิ่งที่ยังไม่รู้แน่นอน การทดลองที่จัดขึ้นต้องยืดหยุ่นได้เพื่อที่จะปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมทั้งโอกาสและสภาพการณ์ที่เหมาะสม

การปฏิบัติการทดลองเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และได้ฝึกทักษะกระบวนการอันเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบร่วมกัน และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 585) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์กับการทดลองเป็นของคู่กัน เวลาพูดถึงการทดลองในห้องปฏิบัติการหรือการทดลองภาคสนาม เราหมายถึงการกระทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เวลาใครพูดว่าความรู้นี้เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ เราก็มักจะเข้าใจว่าความรู้นั้นได้ผ่านการทดลองมาแล้ว ฉะนั้น การทดลองจึงเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ ในการสอนวิทยาศาสตร์ถ้าเรื่องใดสามารถที่จะให้นักเรียนทำการทดลองได้ ครูก็ควรจะจัดให้มีการทดลองโดยไม่เลียงไปใช้วิธีอื่นแทน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดตามแนวทางแบ่งของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ซึ่งกำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2540 : 14)

#### 1. ทักษะขั้นต้น (Basic Skills) ได้แก่

- 1.1 การสังเกต (Observing)
- 1.2 การจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.3 การวัด (Measuring)
- 1.4 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง ที่อยู่ และเวลา (Using Space – Time Relationships)
- 1.5 การคำนวณ (Using Number)
- 1.6 การสื่อความหมาย (Communicating)
- 1.7 การทำนาย (Prediction)
- 1.8 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

#### 2. ทักษะขั้นสูง (Intergrated Skills) ได้แก่

- 2.1 การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
- 2.2 การแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)
- 2.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
- 2.4 การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- 2.5 การปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)

สำหรับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา วิชาที่ช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ ปรินญานิพนธ์ (Senior Project) การฝึกงาน (Training) สัมมนา (Seminar) การเสนอโครงการวิจัย (Project Proposal) และปัญหาพิเศษ (Special Problem)

มหาวิทยาลัยที่มีรายวิชาเหล่านี้ในหลักสูตรพบว่า วิชาเหล่านี้มีบทบาทที่สำคัญในการช่วยเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังพบว่ามีอุปสรรค ปัญหา และแนวทางแก้ไขสรุปได้ดังนี้

1. ระยะเวลาในการศึกษาน้อยเกินไป (1 ภาคเรียน)

แนวทางแก้ไข เริ่มทำงานล่วงหน้าก่อนการลงทะเบียนวิชาอย่างน้อย 1

ภาคการศึกษา

2. ขาดแคลนพื้นที่ทำการวิจัย วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์

แนวทางแก้ไข อาจารย์ขอทุนวิจัยและมีการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ร่วมกัน

3. ความไม่พร้อมของผู้เรียน

แนวทางแก้ไข กลยุทธ์ของผู้สอนเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียน

4. การขาดแคลนงบประมาณสนับสนุนให้เพียงพอกับค่าใช้จ่ายจริง

(วิชาฝึกงาน ที่ต้องไปไกลจากมหาวิทยาลัย)

5. ความก้าวหน้าของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

แนวทางแก้ไข ควรติดต่อประสานงานล่วงหน้า มีการติดตามผลและประเมินผลของการฝึกงาน

ในด้านการทำปฏิบัติการควรเน้นที่การเพิ่มทักษะ ความเข้าใจและให้มีการทดลองที่เป็นการตรวจสอบตัวอย่างให้มาก เพื่อให้นักศึกษาตั้งใจและสนใจ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2541 : 29)

#### 4.1 ความหมายของทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 16) ได้อธิบายเกี่ยวกับทักษะการทดลองไว้ดังนี้

การทดลองหมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนัดควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์ และ/หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ผู้ที่มีทักษะการทดลอง ต้องมีความสามารถในการกระทำต่อไปนี้

1. ออกแบบการทดลองได้

2. เลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

3. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ได้
4. ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง
5. สังเกตผลการทดลองอย่างละเอียดและบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 16-17) กล่าวถึงทักษะการทดลองว่า เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองโดยตรง ดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการปฏิบัติการ (Manual Skills) ได้แก่ การหยิบ จับวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง และการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง
2. ทักษะในการสังเกต (Observation) ได้แก่ การสังเกตวัสดุเพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบและการสังเกตผลการทดลอง

3. ทักษะในการดำเนินการทดลอง (Carrying Out Procedures) ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดไว้ในบทเรียนหรือคู่มือการทดลองและการเตรียมการหรือคิดค้นวิธีการใหม่

ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผลและการใช้ผลการทดลองที่รวบรวมและสรุปผลไว้ในสมุดบันทึก หรือรายงานการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการบันทึกผล ได้แก่ การบันทึกผลการทดลองเป็นตารางหรือกราฟ การวาดรูป หรือเขียนแผนภาพและการจดบันทึกรายละเอียดต่างๆ ที่ได้จากการสังเกต
2. ทักษะในการใช้ผลการทดลอง ได้แก่ การคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่ได้ การแปลความหมายข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป การประเมินสมมติฐานโดยอาศัยข้อมูลที่ได้และการหาสรุปที่นอกเหนือไปจากสิ่งที่สังเกตได้ หรือการขยายความ

ธงชัย ชิวปรีชา (2537 : 65-67) ได้กล่าวถึงทักษะปฏิบัติการว่า การทำปฏิบัติการถือเป็นหัวใจสำคัญของทั้งการเรียนวิทยาศาสตร์และการประกอบอาชีพนักวิทยาศาสตร์หรืออาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้ใช้เฉพาะทักษะหรือความแคล่วคล่องในการใช้มือ ประสาทสัมผัส กล้ามเนื้อ และอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายเพียงอย่างเดียว แต่ต้องใช้ทักษะและความสามารถทางปัญญาเข้าไปด้วย และขอบข่ายของพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้แก่

1. ทักษะและความสามารถด้านการออกแบบและวางแผน
2. ทักษะและความสามารถด้านปฏิบัติการหรือด้านดำเนินการ
3. ทักษะและความสามารถด้านการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล
4. ทักษะและความสามารถด้านการนำไปใช้

ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงผู้เรียนที่มีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านการออกแบบและวางแผน ประกอบด้วย
  - 1.1 ความสามารถในการกำหนดนิยามปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า
  - 1.2 ความสามารถในการทำนายหรือคาดการณ์ล่วงหน้า เกี่ยวกับผลที่จะได้จากการศึกษาค้นคว้า
  - 1.3 ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ที่จะทำการทดสอบในการศึกษาเรื่องนั้น ๆ
  - 1.4 ความสามารถในการออกแบบวิธีการสังเกตหรือการวัดตัวแปรต่าง ๆ
  - 1.5 ความสามารถในการออกแบบการทดลอง
2. ด้านการดำเนินการ ประกอบด้วย
  - 2.1 ความสามารถในการดำเนินการทดลองทั้งการทดลองเชิงคุณภาพและการทดลองเชิงปริมาณ
  - 2.2 ความสามารถในการใช้เครื่องมือ
  - 2.3 ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลอง ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ
  - 2.4 ความสามารถในการคิดคำนวณผลการทดลอง
  - 2.5 ความสามารถในการตัดสินใจเลือก และประยุกต์เทคนิคที่จะใช้ในการทดลอง
  - 2.6 ความสามารถในการทำงานตามแผนที่ตนเองได้จัดทำไว้
3. ด้านการวิเคราะห์ และแปลความหมาย ประกอบด้วย
  - 3.1 ความสามารถในการแปลงผลการทดลองให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ กราฟ ฯลฯ
  - 3.2 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและปริมาณ
  - 3.3 ความสามารถในการหาขอบเขตความเที่ยงตรงของข้อมูล ที่ได้จากการทดลอง
  - 3.4 ความสามารถในการระบุและอภิปรายเกี่ยวกับข้อจำกัด และ/หรือ ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษาค้นคว้านั้น ๆ
  - 3.5 ความสามารถในการสร้างและเสนอข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า
  - 3.6 ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

3.7 ความสามารถในการสร้างคำถามใหม่หรือนิยามปัญหาใหม่ ๆ จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

#### 4. ด้านการนำไปใช้ ประกอบด้วย

4.1 ความสามารถในการใช้ข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งใหม่หรือเรื่องใหม่

4.2 ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน โดยอาศัยข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

4.3 ความสามารถในการนำเทคนิควิธีการที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไปใช้กับปัญหาอื่นหรือตัวแปรอื่น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540 : 28) อธิบายทักษะการทดลองไว้ดังนี้

การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึงการวางแผนการทดลองก่อนทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลองที่เหมาะสม

จากที่กล่าวถึงความหมายของทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านทักษะการทดลองแล้ว สรุปได้ว่า การเรียนการสอนโดยการให้ทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งได้แก่การออกแบบวางแผน การดำเนินการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและหาคำอธิบายผลการทดลองหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

#### 4.2 การประเมินผลทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผลทักษะการทดลอง มีนักการศึกษาได้ให้หลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติที่จะใช้ในการประเมินผลไว้หลายท่าน ดังนี้

ลูเนตตาและคณะ (Lunetta and others. 1981 : 24-25) ได้แบ่งวิธีในการประเมินผลปฏิบัติการทดลองไว้ 4 วิธีคือ

1. ประเมินจากการเขียนรายการทดลอง
2. ทดสอบด้วยแบบสอบข้อเขียน
3. สอบปฏิบัติการทดลอง
4. ประเมินผลด้วยการสังเกต

และกล่าวถึงเกณฑ์การประเมินผลพฤติกรรมปฏิบัติการทดลอง ในด้านต่าง ๆ คือ

1. การวางแผนและออกแบบการทดลอง (Planing and Design)
2. ทักษะปฏิบัติการทดลอง (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. นิัยรักการทำงาน (Work Habits)

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2524 : 26) ได้แบ่งวิธีการทดสอบภาคปฏิบัติโดยใช้การกระทำของผู้ถูกทดสอบเป็นเกณฑ์ แบ่งได้ 3 วิธีคือ

1. การทดสอบที่ให้ลงมือกระทำ (Performance Test)
2. การทดสอบโดยให้เขียนตอบในกระดาษ (Paper-Pencil Test)
3. การทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

ธงชัย ชิวปรีชา (2537 : 68-85) ได้อธิบายเทคนิควิธีที่จะใช้วัดทักษะการทดลองไว้ 4 แบบได้แก่

1. ข้อสอบแบบเขียนตอบ
2. การสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ
3. การตรวจรายงานผลการทำปฏิบัติการ
4. การสอบภาคปฏิบัติ

สมบุรณ์ สุริยวงศ์ และสมจิต เรืองศรี (มปป. : 131-136) ได้อธิบายไว้ว่า การทดสอบการปฏิบัติเป็นการวัดการแสดงออกเกี่ยวกับทักษะการปฏิบัติของนักเรียน ทักษะในการใช้กระบวนการและทักษะในการใช้วิธีการ ในกระบวนการต่าง ๆ เช่นวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ แบบการทดสอบชนิดนี้จะเน้นทักษะการแสดงออกเป็นสำคัญ โดยทั่วไปแบบทดสอบการปฏิบัติจะเป็นการวัดการเขียนตอบเกี่ยวกับความรู้เพื่อที่จะเป็นเครื่องชี้ว่า เมื่อนักเรียนรู้อะไรแล้ว ก็สามารถที่จะนำไปปฏิบัติงานอย่างจริง ๆ ได้ แต่การทดสอบการปฏิบัติจะไม่ทำการวัดความรู้ที่ทำการสอนมาจึงทำให้แบบทดสอบการปฏิบัตินั้นยุ่งยากกว่าแบบทดสอบความรู้โดยทั่ว ๆ ไป เพราะจะต้องใช้เวลาในการเตรียมและการดำเนินการสอบมากกว่า การให้คะแนนถ้าเป็นข้อสอบอัตนัยก็จะยุ่งยากกว่า การทดสอบการปฏิบัติแต่ละชนิดจะเน้นการวัดในลักษณะต่าง ๆ กันบางแบบทดสอบจะเน้นวิธีการ (Procedure) เช่นการให้ปฏิบัติการจัดเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ และบางแบบทดสอบจะเน้นผลงาน (Product) ไม่ได้เน้นวิธีการว่านักเรียนจะใช้วิธีการอะไรแต่จะดูผลงานว่าอันไหนดีกว่ากัน

แบบทดสอบการปฏิบัติชนิดถามตอบ (Paper and Pencil Performance) แบบทดสอบชนิดนี้ จะแตกต่างจากแบบทดสอบแบบถามตอบโดยทั่ว ๆ ไปเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการประยุกต์ความรู้และทักษะในการเขียนแบบความเป็นจริง ส่วนใหญ่การถามตอบจะเป็นการประยุกต์ความรู้ที่เป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วในกิจกรรมหนึ่ง การถามตอบจะมีความสำคัญอย่างมากในทางการศึกษา โดยเฉพาะคุณภาพของผลงาน

ในกรณีบางอย่างการทดสอบการปฏิบัติแบบถามตอบจะมีความสำคัญเช่นกัน โดยเฉพาะในกิจกรรมบางอย่างคือจำเป็นที่จะต้องรู้ว่าผู้ปฏิบัติมีความรู้เพียงพอหรือไม่ต่อการปฏิบัติ นั้น ๆ จึงต้องใช้แบบถามตอบเสียก่อน เพื่อที่จะช่วยในการหลีกเลี่ยงอันตรายหรืออุบัติเหตุเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ นั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเครื่องมือที่แพงเกินไปหรือมีอันตรายเกินไปแก่ตัวเองและผู้อื่น

ข้อควรปฏิบัติเกี่ยวกับแบบทดสอบการปฏิบัติ

1. ใช้แบบทดสอบปฏิบัติเพื่อวัดผลของพฤติกรรมขั้นสุดท้าย
2. ใช้เพื่อจะวัดผลการปฏิบัติของนักเรียนระดับเด็ก ๆ ที่ยังไม่สามารถใช้แบบวัดชนิดถามตอบโดยให้เขียนคำตอบได้
3. ใช้วัดผลการปฏิบัติของการวัดในการศึกษาขั้นสูง ๆ
4. ใช้วัดได้ทั้งขบวนการปฏิบัติและผลผลิตขั้นสุดท้าย
5. เลือกวัดในตัวอย่างของพฤติกรรมที่สำคัญ
6. ควบคุมสถานการณ์
7. กำหนดหรือออกแบบการวัดในแต่ละงาน

8. กำหนดการให้คะแนนล่วงหน้า
9. ตรวจให้คะแนนหลังจากสอบเสร็จไปแล้ว
10. เสนอผลการสอบให้เข้าใจง่าย ชัดเจน
11. เขียนคำสั่งของแบบวัดให้ชัดเจน
12. ออกแบบการวัดให้ง่ายเพื่อจะได้แปลความหมายตรงกัน
13. ใช้ภาษาที่ผู้ตอบเข้าใจได้ง่าย
14. ถ้าจะเปรียบเทียบผลการปฏิบัติของผู้ตอบแต่ละคน ควรจะเปรียบเทียบในงานเดียวกัน
15. การสร้างแบบวัดชนิดถามตอบ ควรจะใช้หลักการสร้างแบบปรนัยทั่วไป
16. การให้คะแนนของแบบสอบชนิดถามตอบควรใช้หลักของข้อสอบปรนัย

ธงชัย ชิวปรีชา (2537 : 68) กล่าวถึงข้อสอบแบบเขียนตอบที่ใช้วัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีส่วนที่ซ้อนทับกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยค่อนข้างมาก ข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในพุทธิพิสัย จึงสามารถใช้วัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับหนึ่งด้วย เช่น กำหนดรายละเอียดชุดเครื่องมือและสารเคมีให้ แล้วให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสารต่าง ๆ ว่าคือสารอะไร โดยยังไม่ต้องทำการทดลอง ให้เขียนเพียงวิธีทำการทดลองเท่านั้น

จากเอกสารเกี่ยวกับการ ประเมินผลทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่ามีหลายวิธี คือ ประเมินด้วยการสังเกต ประเมินด้วยการตรวจรายงานภาคปฏิบัติ ประเมินด้วยการสอบภาคปฏิบัติ และประเมินด้วยการสอบด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกประเมินทักษะการทดลองด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ (Paper - Pencil Test) เนื่องจากต้องการหลีกเลี่ยงอันตรายหรืออุบัติเหตุในการใช้เครื่องมือในขั้นตอนการทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

#### 4.3 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ (2522 : 54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 300 คน พบว่าทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พินิจ วรรณเวชศิลป์ (2522 : 53) ได้ศึกษาถึงปัญหาการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี 25 คน และนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 380 คน พบว่ามีปัญหาด้านการวัดและประเมินผลผลเกี่ยวกับการเลือกชนิดของข้อสอบ การสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพดี การสร้างข้อสอบวัดความคิดและเหตุผล รองลงมามีปัญหาในด้านการตรวจให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ครูส่วนมากยังต้องการความช่วยเหลืออีกหลาย ๆ ด้านเช่น การตั้งจุดมุ่งหมายในการวัดผล เนื้อหา การสร้างและการเลือกข้อสอบ

ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว (2523 : ค) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการทดลอง และการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการทดลองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปัญญา อุทัยพัฒน์ (2524 : 39-40) ทำการศึกษาปัญหาการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นครูชีววิทยา จำนวน 279 คน จากโรงเรียน 100 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาหลายด้านได้แก่ ด้านการเตรียมการสอน ครูไม่สามารถนำเนื้อหาวิชามาผสมผสานกับการสอนปฏิบัติการได้ เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีคุณภาพไม่ดีและปริมาณไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน ทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังไม่ดีพอ ด้านการทำกิจกรรมการทดลอง มีการตักเตือนนักเรียนให้มีความระมัดระวังขณะทดลอง แนะนำอันตรายจากสารเคมี แนะนำการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างถูกต้องและปลอดภัย ด้านการปฐมพยาบาลมีการแนะนำน้อย และทั้งครูเพศชายและหญิงมีปัญหาในการสอนปฏิบัติการไม่แตกต่างกัน

อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (2524 : 35-39) ศึกษาปัญหาการสอนวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 311 คน จากโรงเรียน 100 โรงเรียน ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าครูมีปัญหาคือไม่สามารถนำเนื้อหาวิชามาผสมผสานกับการสอนภาคปฏิบัติได้ เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีคุณภาพไม่ดีและปริมาณไม่เพียงพอ ขาดทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีปัญหาเกี่ยวกับการแนะนำอันตรายจากสารเคมีและการใช้สารเคมี การเตือนให้นักเรียนทำการทดลองอย่างระมัดระวัง นักเรียนยังต้องให้ครูสรุปผลการทดลองให้ ทั้งครูเพศชายและหญิงมีปัญหาในการสอนไม่แตกต่างกัน

ฉลองพร แก้วชราภรณ์ (2526 : 66-67) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง และมีความสามารถทางทักษะปฏิบัติในการทดลองระดับดีมาก และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.0992

ศรีลักษณ์ มาโกมล (2529 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำการทดลองจากนักเรียน 72 คน จาก 12 โรงเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบสอบภาคปฏิบัติก่อน เสร็จแล้วทำแบบสอบข้อเขียนทันทีแล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยค่าที่ (t-test) พบว่าคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.71

ธีรพล จินแพทย์ (2531 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ทักษะปฏิบัติการเคมีกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับทักษะปฏิบัติการเคมี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.44, 0.74 และ 0.46 ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี และทักษะปฏิบัติการเคมี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.9548

เรืองชัย ทิมสุวรรณ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยทำการศึกษาด้านการออกแบบการทดลอง การเลือกใช้และเก็บรักษาเครื่องมือ การดำเนินการทดลอง ความปลอดภัยในการทดลอง และเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 712 คน พบว่า

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวมทุกด้านอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า

1.1 การออกแบบการทดลองอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

1.2 การเลือกใช้และการเก็บรักษาเครื่องมือ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

1.3 การดำเนินการทดลองอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

1.4 ความปลอดภัยในการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุพิน โพธิวิทย์ (2534 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง โดยกลุ่มทดลองใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง 4 ชุดในการเรียน กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านปฏิบัติการเคมี 2 ฉบับ พบว่ากลุ่มทดลองที่ใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรองพร ชูชื่น (2537 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของการสอนปฏิบัติการเคมีของครูกับทักษะการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นครูเคมีจำนวน 20 คน และนักเรียนเคมีจำนวน 20 กลุ่มการทดลองจากโรงเรียนในจังหวัดอยุธยา พบว่า

1. คุณภาพการสอนปฏิบัติการเคมีของครูโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า

1.1 ด้านการเตรียมตัวก่อนสอนปฏิบัติการเคมีอยู่ในระดับปานกลาง

1.2 ด้านการนำเข้าสู่ขั้นตอนการทดลอง อยู่ในระดับต่ำ

1.3 ด้านการอภิปรายก่อนการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง

1.4 ด้านกิจกรรมระหว่างการทดลอง อยู่ในระดับต่ำ

1.5 ด้านกิจกรรมการสอนหลังการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง

1.6 ด้านการใช้เทคนิคการสอนเสริมการสอนปฏิบัติการ อยู่ในระดับต่ำ

2. ทักษะการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า

2.1 ด้านกระบวนการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง

2.2 ด้านการรายงานผลการทดลองอยู่ในระดับปานกลาง

3. คุณภาพของการสอนปฏิบัติการเคมีของครู มีความสัมพันธ์กับทักษะการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .8475

smith (Smith. 1987 : 2184-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาทางด้านวิชาการของนักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยาปี 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีสอน 3 วิธีคือ วิธีบรรยาย วิธีปฏิบัติการทดลอง และวิธีผสมผสานระหว่างวิธีบรรยายและวิธีปฏิบัติการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธีผสมผสานระหว่างวิธีบรรยายและวิธีปฏิบัติการทดลองได้คะแนนสูงสุด
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนทั้ง 3 วิธีมีความคิดเชิงวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. คะแนนทดสอบก่อนเรียน เป็นตัวแปรทำนายที่สำคัญในการทำนายผลการสอนหลังเรียน

เฮิร์ล (Hearle. 1974 : 7064-A) ได้ทำการตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองและการวัดผลทักษะในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนในรัฐแมรี่แลนด์ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่เรียนหลักสูตร IAC (Interdisciplinary Approach to Chemistry) กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนหลักสูตรดังกล่าวก่อนทำการทดลองสอน 2 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติในการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนหลักสูตรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติในการทดลองสูงกว่าทักษะการคิด
3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4. ความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหา กับความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลองและทักษะการคิด มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทดลองพบว่าผู้เรียนจะมีทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ดีหากได้มีการเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อน เช่น ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี เทคนิคในการปฏิบัติการ และพบว่าทักษะการทดลองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้ยังพบว่าครูมีปัญหาในด้านทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ปัญหาเกี่ยวกับการแนะนำอันตรายจากสารเคมีและการใช้สารเคมี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองโดยให้นักศึกษาได้ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มีการแนะนำเกี่ยวกับจุดประสงค์การทดลอง ทฤษฎี อันตรายจากสารเคมี ข้อควรระวัง การใช้อุปกรณ์เครื่องมือ และเทคนิคในการทดลองไว้ในแต่ละการทดลอง เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เตรียมพร้อมก่อนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาจากกลุ่มประชากร ซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชา วิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมี (รหัสวิชา 13-2021) ในภาค เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 19 คน

#### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการ ทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยา ศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้เป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ใน การทดลองของนักศึกษา ได้แก่เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) เครื่องวัดสี (Colorimeter) และเครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter) และอุปกรณ์พื้นฐานอื่น ๆ ที่ใช้ในการ ทดลอง เช่น เตามะเกลือสำหรับกวนสาร ปีกเกอร์ ขวดวัดปริมาตร กระบอกตวง บิวเรต หลอด ทดลอง เป็นต้น ผู้วิจัยจะกล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือและวิธีการหาคุณภาพในส่วน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง และแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

#### ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายหลักสูตร คู่มือประกอบการปฏิบัติการทดลองวิชา ปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมี (รหัสวิชา 13-2021) ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา
3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาทั้ง 3 การทดลองได้แก่

- 3.1 การวิเคราะห์สีของตัวอย่างน้ำทั้งสีจริง และสีที่ปรากฏ ด้วยเครื่องวิเคราะห์สี
- 3.2 การหาปริมาณของโลหะหนักในตัวอย่างน้ำ ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
- 3.3 การวิเคราะห์ความขุ่นและปริมาณซัลเฟตในตัวอย่างน้ำ ด้วยเครื่องวัดความขุ่น

ขุ่น

4. ศึกษาหลักการเขียนบทเรียน ขั้นตอนการออกแบบ และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง

5. นำเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์แล้วมาจัดทำเป็นแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ผู้วิจัยได้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบทเรียน (Tutorial Instruction) โดยกำหนดรูปแบบกิจกรรมที่นักศึกษามีการทำกิจกรรมนอกจอภาพ (Off Screen) ตามที่กำหนดไว้ในบทเรียนซึ่งอยู่ไม่ห่างจากเครื่องคอมพิวเตอร์ (สุพิทย์ กาญจนพันธ์. 2541 : 176) บทเรียนคอมพิวเตอร์นำเสนอและทบทวนความรู้แก่นักศึกษา กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และให้นักศึกษาได้ฝึกแก้ปัญหาผ่านกระบวนการคิดและทำการทดลองร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งการทำกิจกรรมนอกจอภาพนี้เป็นเทคนิคที่ได้ดัดแปลงมาจากเทคนิควิธีของวิดีโอโต้ตอบ (Interactive Video)

6. นำแผ่นเรื่องราวที่สร้างขึ้นให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทได้แก่ ดร. มนัส บุญประกอบ ประธาน ผศ. กัลยา เล็กสกุล กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญได้แก่ รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์แสงนวล ศรีรัตน์ชัยวาลย์ และ อาจารย์วรรณกุล บำรุงสาส์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของบทเรียน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผ่นเรื่องราวที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง โดยใช้โปรแกรมอโทแวร์ (Authorware Version 5.0) แล้วให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโททำการประเมินผลและตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหาใหม่มาก่อนจำนวน 3 คน โดยเป็นเด็กที่เรียนเก่ง เรียนปานกลาง และเรียนอ่อน ผู้วิจัยสังเกต สอบถาม บันทึกพฤติกรรม และให้นักศึกษาทำแบบประเมินผล หลังจากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองมาปรับปรุงแก้ไข

9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษากลุ่มย่อยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหาใหม่มาก่อนจำนวน 9 คน

โดยเลือกนักศึกษาที่เรียนเก่ง 3 คน เรียนปานกลาง 3 คน และเรียนอ่อน 3 คน จากนั้นนำส่วนที่บกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

10. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้ทดลองจริงต่อไปในชั้นเรียน

### ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

✓ 1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี ความหมายและขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. สร้างตารางกำหนดรายละเอียดการออกข้อสอบ ให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งได้แก่ ความสามารถในการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การสรุปและนำผลการทดลองไปใช้ พร้อมกับกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 0 ,  $\frac{1}{2}$  และ 1 คะแนน

0 คะแนน หมายถึง นักศึกษาไม่สามารถตอบคำถามได้ หรือตอบไม่ถูกต้อง

$\frac{1}{2}$  คะแนน หมายถึง นักศึกษาสามารถตอบคำถามได้บ้างบางส่วน

1 คะแนน หมายถึง นักศึกษาสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องชัดเจน

(รายละเอียดอยู่ที่ภาคผนวก ข)

3. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะข้อสอบย่อยในแต่ละสถานการณ์ปัญหา

ข้อที่ 1 ให้นักศึกษาระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ข้อที่ 2 ให้นักศึกษาระบุสมมติฐานที่เหมาะสม

ข้อที่ 3 ให้นักศึกษาอธิบายการทดลองที่เหมาะสมที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

ข้อที่ 4 ให้นักศึกษาอธิบายสรุปผลการทดลองและการนำไปใช้

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านได้แก่ รศ.ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์แสงนวล ศรีรัตน์ชัยวาลย์ และ อาจารย์วรรณกุล บำรุงสาส์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของสถานการณ์ปัญหา ความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ภาษาที่ใช้ โดยใช้เกณฑ์ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วย จำนวน 2 ใน 3 คนขึ้นไป

5. คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านเกณฑ์และปรับปรุงแก้ไขในบางข้อความตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่ได้เรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมีมาแล้ว จำนวน 30 คน

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาตรวจให้คะแนนและนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

7.1 ดัชนีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ระหว่าง .20 - .80 ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบมา 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย .47 - .72

7.2 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) และเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบมา 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก .31 - .69 (รายละเอียดอยู่ที่ภาคผนวก ง) ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 25 ข้อนี้ ผ่านการตรวจพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เมื่อเดือนพฤษภาคม 2543 มีความเห็นว่าเหมาะสมและเห็นด้วยสอดคล้องกันทุกข้อ

8. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกมาแล้ว 1 ฉบับ จำนวน 25 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นปีที่ 3 ที่เรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมีมาแล้วจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีหาลัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ - Coefficient) ด้วยสูตรครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.88

9. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วไปใช้ทดลองต่อไป

### ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี ความหมาย กิจกรรมของทักษะการทดลอง
2. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการทดลองแบบอัตนัย โดยสร้างให้สอดคล้องกับกิจกรรมของทักษะการทดลองให้ครบทุกด้าน คือ ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะด้านการดำเนินการทดลอง ทักษะด้านการแปลผลบันทึกผลการทดลอง
3. สร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับการทดลอง โดยจะสร้างข้อสอบ 12 ข้อสำหรับการทดลอง 1 เรื่อง ได้ข้อสอบทั้งหมด 36 ข้อ (ต้องการ 25 ข้อ) พร้อมกับวางแผนการให้คะแนนในแต่ละส่วน
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านได้แก่ รศ.ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์แสงนวล ศรีรัตน์ชวัลย์ และอาจารย์วรรณกุล บำรุงสาส์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ภาษาที่ใช้ โดยเกณฑ์ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วย 2 ใน 3 คนขึ้นไป

5. คัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะการทดลองที่ผ่านเกณฑ์และปรับปรุงแก้ไขในบางข้อความตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

6. นำแบบทดสอบวัดทักษะการทดลองที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่ได้เรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมีมาแล้ว จำนวน 30 คน

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาตรวจให้คะแนนและนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

7.1 ดัชนีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ระหว่าง .20 - .80 ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบมา 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย .31 - .78

7.2 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) และเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบมา 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก .25 - .63 (รายละเอียดอยู่ที่ภาคผนวก ง) ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 25 ข้อนี้ ผ่านการตรวจพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เมื่อเดือนพฤษภาคม 2543 มีความเห็นว่าเหมาะสมและเห็นด้วยสอดคล้องกัน 24 ข้อ มีข้อ 14 ที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วย 2 ท่านจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

8. นำแบบทดสอบวัดทักษะการทดลองที่คัดเลือกมาแล้ว 1 ฉบับ จำนวน 25 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นปีที่ 3 ที่เรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เคมีสำหรับวิศวกรรมเคมีมาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ด้วยสูตรครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.89

9. นำแบบทดสอบวัดทักษะการทดลองที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วไปใช้ทดลองต่อไป

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบ่งนักศึกษา 19 คน ออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คนจำนวน 6 กลุ่ม และกลุ่มละ 3 คนจำนวน 3 กลุ่ม แบ่งโดยใช้ระดับคะแนนจากวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปสำหรับวิศวกร ที่นักศึกษาได้เรียนในชั้นปีที่ 1 มีขั้นตอนการแบ่งกลุ่มดังนี้ (1) นำคะแนนมาเรียงลำดับจากมากไปน้อย (2) แบ่งนักศึกษาในกลุ่มที่ได้คะแนนมาก 8 อันดับแรกเป็นกลุ่มที่ 1 (3) แบ่งนักศึกษาที่ได้คะแนนน้อย 8 อันดับแรกเป็นกลุ่มที่ 2 (4) นำนักศึกษาจากทั้งสองกลุ่มมาจับฉลากเพื่อจับคู่กัน ทำให้ได้นักศึกษา 8 คู่ซึ่งเป็นนักศึกษาจากกลุ่มคะแนนมากและคะแนนน้อย (5) จากนั้นนำนักศึกษา 3 คนที่คะแนนปานกลางมาจับฉลากเข้ากลุ่มเพื่อให้ได้นักศึกษา 8 กลุ่มตรงกับจำนวนการทดลองในแต่ละสัปดาห์

2. จัดตารางการหมุนเวียนการทำการทดลองของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ให้นักศึกษาได้ทำการทดลองครบทุกการทดลอง

3. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักศึกษาแต่ละกลุ่มก่อนได้รับการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง 1 สัปดาห์

4. ดำเนินการทดลองหลังจากได้สอบก่อนเรียนแล้ว จัดให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองติดต่อกันไปตลอด 3 การทดลอง สัปดาห์ละ 1 การทดลอง (ใช้เวลาการทดลองละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที) ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองมีดังนี้

#### 4.1 ขั้นเตรียม

4.1.1 แนะนำวิธีการเรียน วิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแจ้งล่วงหน้าให้นักศึกษานำตัวอย่างน้ำมาจากแหล่งที่สนใจศึกษาเพื่อใช้ในวันที่มีการทดลอง

4.1.2 เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการทดลองไว้เพื่อให้นักศึกษาได้เบิกเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

#### 4.2 ขั้นตอนการ

4.2.1 นักศึกษาแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โดยนักศึกษาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน และจัดให้นักศึกษาที่อยู่กลุ่มเดียวกันนั่งใกล้กันเพื่อจะได้ปรึกษาและแสดงความคิดเห็นในการวางแผนการทดลองร่วมกันได้สะดวก

4.2.2 ให้นักศึกษาเลือกหัวหน้ากลุ่มเองและให้หัวหน้ากลุ่มนั่งอยู่ตรงกลางเพื่อทำหน้าที่ริเริ่มการทำงานของกลุ่ม วางระเบียบการทำงาน เสนอข้อมูล สนับสนุนบรรยากาศในการทำงาน และประเมินผลการทำงานของกลุ่ม (ทศนา แหมมณี. 2522 : 132) อาจใช้หัวหน้ากลุ่มเพียงคนเดียวทั้ง 3 การทดลอง หรือสับเปลี่ยนหน้าที่กันในการทดลองแต่ละครั้งก็ได้ขึ้นอยู่กับความเห็นของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม

4.2.3 นักศึกษาศึกษาจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2.4 คอมพิวเตอร์นำเสนอบทเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น นำเสนอด้วยภาพ ข้อความ รูปภาพ ข้อคำถาม เสียง และสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักศึกษาร่วมกันอภิปรายวิธีแก้ปัญหาภายในกลุ่ม

4.2.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อนักศึกษาตอบคำถาม

4.2.6 ภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วงที่นักศึกษาจะได้ศึกษาก่อนทำการทดลองประกอบไปด้วยหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ จุดประสงค์การทดลอง ทฤษฎี เครื่องมือ สารเคมี การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง เทคนิคข้อควรระวัง

4.2.7 นักศึกษาจะต้องศึกษาทุกหัวข้อ เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนให้มีแบบทดสอบสำหรับนักศึกษาตอบและเก็บคะแนนสะสมไว้ทุกหัวข้อ และผู้สอนสามารถเปิดดูคะแนนและคำตอบได้

4.2.8 นักศึกษาฝึกเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ และลงมือปฏิบัติการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเคมี โดยผู้วิจัยได้แนะนำช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปฏิบัติการทดลองไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว

4.2.9 นักศึกษาเบิกอุปกรณ์เครื่องแก้ว สารเคมี และทำการทดลองจนเสร็จ ทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และคืนของ

### 4.3 ชั้นสรุปบทเรียน

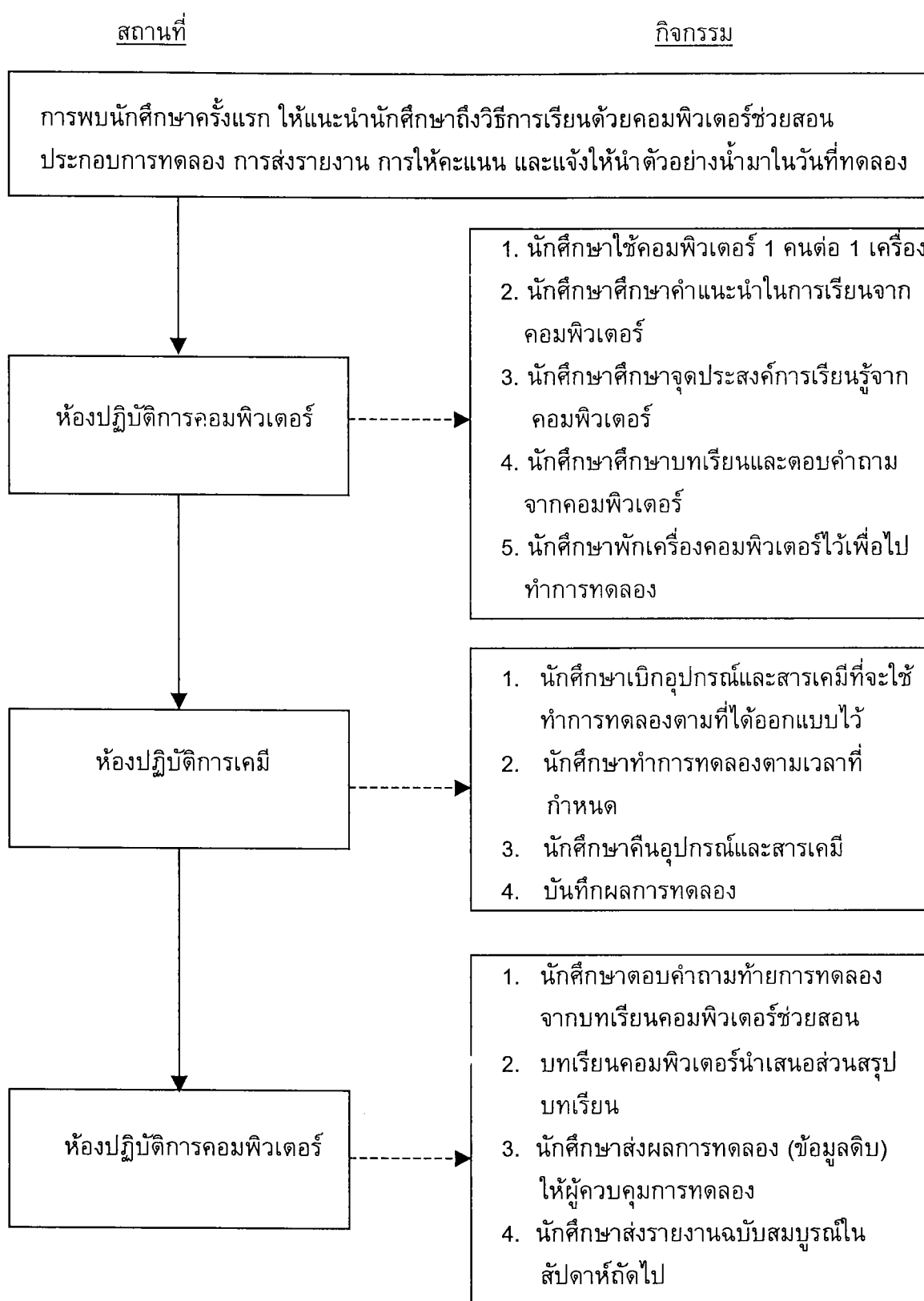
4.3.1 นักศึกษากลับสู่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาส่วนสรุปการทดลองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตอบคำถามท้ายบทเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้จากคำถามท้ายบท

4.3.2 นักศึกษาเขียนรายงานผลการทดลอง (Data) ส่งผู้ควบคุมการทดลอง

4.3.3 นักศึกษาส่งรายงานการทดลองฉบับสมบูรณ์ในสัปดาห์ถัดไป ก่อนที่จะทำการทดลองครั้งต่อไปที่ผู้ควบคุมการทดลอง

5. หลังจากที่นักศึกษาได้ศึกษาครบทุกการทดลองแล้ว ทำการสอบหลังเรียน

6. ตรวจผลการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้



ภาพประกอบ 2 ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบการทดลอง

### การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

2. ทดสอบสมมติฐานการวิจัย จากคะแนนการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการทดลอง ด้วยการทดสอบนัยสำคัญโดยการแจกแจงของที (t-test) แบบ t-Dependent

### 3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด ( $\Sigma$  คือซิกมา)

$n$  แทน จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ ( $\sigma_i^2$ ) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 218)

$$\sigma_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N^2}$$

เมื่อ  $\sigma_i^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

$\sum X_i$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i

$\sum X_i^2$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง ในข้อที่ i

$N$  แทน จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

3.3 หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ ( $\sigma^2$ ) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 218)

$$\sigma^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ  $\sigma^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของทั้งฉบับ

$\sum X^2$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

$(\sum X)^2$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคน  
ยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

3.4 หาค่าดัชนีความยากง่าย ( $P_E$ ) สำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ โดยแบ่งนักศึกษาที่เข้าสอบเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ด้วยเทคนิค 25% ของนักศึกษาที่เข้าสอบทั้งหมด และคำนวณดัชนีความง่ายจากสูตรที่วิทนีและซาเบอร์ (D.R Whitney and D.L Sabers) ได้เสนอไว้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199-200)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2N X_{\min})}{2N (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ  $P_E$  แทน ดัชนีค่าความง่าย

$S_U$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

$S_L$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

3.5 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก สำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ แบบทดสอบอัตนัยคำนวณดัชนีค่าอำนาจจำแนกจากสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539 : 201)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

$S_U$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

$S_L$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

3.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ - Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 218)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma^2}{\sigma^2} \right\}$$

|       |              |     |                                 |
|-------|--------------|-----|---------------------------------|
| เมื่อ | $\alpha$     | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น |
|       | k            | แทน | จำนวนข้อสอบ                     |
|       | $\sigma_i^2$ | แทน | คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ      |
|       | $\sigma^2$   | แทน | คะแนนความแปรปรวนของทั้งฉบับ     |

3.7 ทดสอบสมมติฐานการวิจัย ด้วยการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t-test) แบบ t-Dependent ดังสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

(df = N-1)

|       |    |     |                             |
|-------|----|-----|-----------------------------|
| เมื่อ | D  | แทน | ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ |
|       | N  | แทน | จำนวนคู่                    |
|       | df | แทน | Degree of freedom           |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

|             |     |                                             |
|-------------|-----|---------------------------------------------|
| N           | แทน | จำนวนคู่คะแนนนักศึกษา ก่อนและหลังการทดลอง   |
| $\bar{X}_1$ | แทน | คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมดก่อนทำการทดลอง |
| $\bar{X}_2$ | แทน | คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมดหลังทำการทดลอง |
| MD          | แทน | ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนนทุกคู่       |
| t           | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-Dependent      |
| df          | แทน | Degree of freedom                           |
| **          | แทน | ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01          |

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง
2. ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง  
ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ระหว่างก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ t-Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง  
ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

| กลุ่มตัวอย่าง | N  | $\bar{X}_1$ | $\bar{X}_2$ | MD   | t      |
|---------------|----|-------------|-------------|------|--------|
| กลุ่มทดลอง    | 19 | 6.82        | 14.47       | 7.65 | 7.40** |

$$t(.01 ; df 18) = 2.552$$

จากตาราง 2 จะเห็นว่าคะแนนความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาก่อนและหลังการทดลองมีค่าแตกต่างกัน โดยคะแนนหลังจากการทดลองมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำการทดลอง

## 2. ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ t-Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

| กลุ่มตัวอย่าง | N  | $\bar{X}_1$ | $\bar{X}_2$ | MD    | t       |
|---------------|----|-------------|-------------|-------|---------|
| กลุ่มทดลอง    | 19 | 2.5         | 14.03       | 11.53 | 17.11** |

$$t(.01 ; df 18) = 2.552$$

จากตาราง 3 จะเห็นว่าคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ก่อนและหลังการทดลองมีค่าแตกต่างกัน โดยคะแนนหลังจากการทดลองมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองทำให้ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำการทดลอง

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

#### สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมีชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง โดยได้ตั้งสมมุติฐานการวิจัยไว้ว่าการศึกษาดังกล่าวจะช่วยสอนประกอบการทดลอง จะทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสูงขึ้น ผู้วิจัยได้ใช้การวิจัยรูปแบบ One Group Pretest – Posttest Design กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 จำนวน 19 คน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543

#### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง มีทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### อภิปรายผล

จากผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ด้วยน้ำ สามารถอภิปรายผลการศึกษาดังนี้

1. นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยต่อไปนี้

ประการแรกคือ การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองเน้นลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบที่มีการทำกิจกรรมนอกจอภาพตามที่กำหนดไว้ในบทเรียน ซึ่งผู้เรียนอยู่ไม่ห่างจากเครื่องคอมพิวเตอร์ (Off – Screen) และจัดเป็นเทคนิควิธีการหนึ่งในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เสริมสร้างความเข้มแข็งทางปัญญา ซึ่งครุฑ มาลัยวงศ์ (2540 : 55-57) ได้เสนอแนะวิธีการนำเทคโนโลยีมาใช่ว่าควรจัดโปรแกรมบทเรียนที่เน้นในด้าน

การให้ผู้เรียนต้องคิดและต้องค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม มิใช่ให้ความรู้ทางเดียว ลักษณะของการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบ การทดลอง ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยได้แทรกสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองแต่ละเรื่องไว้ และออกแบบโปรแกรมโดยสร้างคำถามจากสถานการณ์ปัญหา ให้นักศึกษาได้ร่วมกันคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ทบวงมหาวิทยาลัยได้เสนอไว้ 4 ขั้นตอนคือ การระบุปัญหาจากสถานการณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาด้วยการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง จากนั้นจึงทำการทดลองและหาคำตอบในปัญหาของกลุ่มที่ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างจากการปฏิบัติการแบบปกติทั่วไป ดังที่สมบัติ ชีพทรัพย์ (2535 : 29-33) ได้กล่าวถึงวิชาปฏิบัติการว่าอาจจะไม่ได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เนื่องจากวิธีการที่ให้นักศึกษาทำอาจเป็นการทำตามคำแนะนำหรือคำสั่งโดยไม่ได้อีกใช้ความคิด ประโยชน์ที่ได้ อาจเป็นเพียงทักษะในการใช้เครื่องมือเท่านั้น

ประการที่สองคือ การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบ การทดลอง ผู้วิจัยได้จัดให้นักศึกษาที่มีความสามารถแตกต่างกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และจัดที่นั่งในขณะศึกษาที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ให้ผู้ที่อยู่กลุ่มเดียวกันได้นั่งใกล้กัน ทำให้นักศึกษามีการปรึกษากันได้ในการตอบคำถามต่าง ๆ ที่แทรกไว้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้มีการช่วยเหลือกันระหว่างนักศึกษาที่มีความสามารถแตกต่างกัน และผู้วิจัยพบว่าการปรึกษากันในกลุ่มเพื่อน นักศึกษาสามารถเข้าใจการทดลองได้ว่าทำการทดลองเพื่ออะไร แต่ละขั้นตอนของการทดลองทำเพื่อสิ่งใด นักศึกษาสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองจากคำถามในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งคำถามแบบอรรถนัยและปรนัยที่แทรกอยู่ในทุกหัวข้อที่ศึกษา และนักศึกษาไม่ต้องอายเมื่อตอบผิดหรือต้องถามสิ่งที่ตนเองยังไม่เข้าใจจากเพื่อน ซึ่งการจัดการเรียนลักษณะนี้เป็น การสนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเป็นการให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ มีการกระตุ้นให้นักศึกษาได้คิดและรู้จักแสดงความคิดเห็น ซึ่งการคิดจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักศึกษาดีขึ้นกว่าการฝึกให้จำแต่อย่างเดียว นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้พัฒนาโปรแกรมให้ผู้สอนสามารถตรวจคำตอบของนักศึกษาได้ขณะที่นักศึกษาไปทำการทดลอง ทำให้ช่วยเหลือนักศึกษาที่อาจต้องการคำแนะนำเพิ่มเติมได้ทันทีในคาบเรียนนั้น

ประการที่สามคือ หลังจากที่นักศึกษาได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นก่อนการปฏิบัติการทดลองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว นักศึกษาจะต้องมาทำการทดลองด้วยการลงมือปฏิบัติจริงที่ห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติ นักศึกษาได้รวบรวมข้อเท็จจริงจากผลการทดลอง มีการตั้งสมมติฐานจากการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ มีการทดสอบสมมติฐานจากการทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเคมี มีการประเมินสมบัติของน้ำตัวอย่างและวิเคราะห์วิจารณ์การทดลองร่วมกันในกลุ่มหลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง ซึ่งทั้งหมดนี้เป็น การฝึกฝนวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และจากรายงานการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับอุดมศึกษา (พ.ศ.2541) เมื่อพิจารณาถึงการฝึกคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ ฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นที่คาดกันว่าวิชาปฏิบัติการจะมีส่วนในการฝึกเรื่องเหล่านี้ แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ในการเรียนการสอนด้วย (สมบัติ ทิมทรัพย์. 2535 : 29-33) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แทรกสถานการณ์ปัญหาให้นักศึกษาได้ฝึกคิดเป็นขั้นตอนจากสถานการณ์จำลอง และการที่นักศึกษาได้ปฏิบัติจริงจากสถานการณ์ปัญหาของตนเอง จึงเป็นการพัฒนาให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสูงขึ้น

ประการที่สี่คือ ตัวอย่างนำที่นักศึกษาได้นำมาทำการทดลอง นักศึกษาได้นำมาจากแหล่งที่นักศึกษาสนใจ เช่น น้ำจากบ่อน้ำทิ้งของโรงอาหาร น้ำดื่มบรรจุขวดยี่ห้อต่าง ๆ น้ำประปาของสถาบันฯ น้ำจากคลองบางเขนที่ไหลผ่านในสถาบันฯ ตัวอย่างนำที่ผู้สอนนำมาให้ทดลอง เป็นต้น ซึ่งนักศึกษาจะมีความกระตือรือร้น มีความอยากรู้อยากถึงสมบัติของตัวอย่างน้ำว่าจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ และนักศึกษาไม่สามารถลอกผลการทดลองของกลุ่มอื่นได้ ซึ่งพบว่านักศึกษาได้มีความสนใจในการค้นหาคำตอบด้วยการทดลองเป็นอย่างดี ดังที่สมจิต สวชนไพบุลย์ (2541 : 91-92) อธิบายไว้ว่าสภาพการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา นั้น อาจจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ และการจัดบรรยากาศการเรียนการสอน หรือสิ่งแวดล้อมให้เปลี่ยนแปลงไปได้ไม่ตายตัว ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นและเปลี่ยนแปลงได้บ้าง

ประการที่ห้าคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นักศึกษาได้ศึกษาก่อนทำการทดลอง นอกจากจะมีคำถามที่ให้นักศึกษาได้ฝึกหัดการคิดแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้แทรกคำถามย่อยในระหว่างเรียนไว้ตลอดบทเรียนทุกหัวข้อ และมีการเฉลยเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และผู้วิจัยได้กำหนดให้มีส่วนแสดงคะแนนสะสมว่าผู้เรียนได้คะแนนแต่ละหัวข้อเท่าใด รวมทั้งการตอบคำถามช่วงสุดท้ายหลังจากได้ทำการทดลองมาแล้ว นักศึกษาสามารถประเมินความสามารถของตนเองได้ เป็นการฝึกหัดคิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และจากงานวิจัยของบัสบูม (Busboom. 1997 . CD-ROM) ที่ได้ศึกษาผลการใช้ชุดเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยในวิชาเคมี โดยให้นักศึกษาได้ทำการบ้านจากคำถามของครูที่ตั้งคำถามแบบสถานการณ์ปัญหาขึ้น และใส่ข้อมูลที่ต้องการใช้ในการแก้ปัญหาไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้นักศึกษาได้ศึกษาก่อนที่จะเข้าเรียนในชั้นเรียนตามปกติ พบว่านักศึกษามีผลการเรียนที่ดีขึ้น

จากสาเหตุดังกล่าวจึงเป็นเหตุให้นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยของดำเนิน ยาท่วม (2537 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้

เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากผลงานวิจัยของรัตนะ บัวระ (2540 : 102) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู และงานวิจัยเชิงบรรยายของเคโดร (Khedro. 1994. CD-ROM) ได้สนับสนุนการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาร่วมกับเทคนิคการสอนแบบอื่น ๆ เพื่อใช้สอนนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ และหนึ่งในข้อเสนอแนะคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่รวมระหว่างเทคนิคการสอนหลาย ๆ อย่างร่วมกัน หลังจากได้ศึกษาผลของการสอนยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่ามีความต้องการการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่จะให้นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์สามารถใช้ได้อย่างสะดวกและเข้าใจในบทเรียนง่ายขึ้นด้วย

2. นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองมีทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ อาจเป็นผลเนื่องจากปัจจัยต่อไปนี้

ประการแรกคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นักศึกษาได้ศึกษาในช่วงแรกก่อนทำการทดลองปฏิบัติจริง ได้นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่มีการผสมผสานกันของตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายประกอบ ภาพขั้นตอนการใช้เครื่องมือจากเครื่องที่นักศึกษาจะได้ใช้จริงในการทำการทดลอง ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้นกว่าการอธิบายก่อนการทดลองด้วยการบรรยายอย่างเดียว นักศึกษาได้เห็นภาพเครื่องมือที่จะใช้และทดลองกดที่แป้นต่าง ๆ ว่าแต่ละส่วนทำหน้าที่ใดบ้าง เพื่อให้เกิดความเข้าใจก่อนใช้เครื่องมือจริง ทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้และเข้าใจได้ง่าย มีความมั่นใจขณะทำการทดลองมากขึ้น

ประการที่สอง ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้กำหนดให้นักศึกษาได้ฝึกหัดพัฒนาทักษะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการให้นักศึกษาร่วมกันออกแบบการทดลองด้วยการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เช่น กำหนดอุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง ขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง และป้อนคำตอบไว้ในคอมพิวเตอร์ ผู้สอนสามารถเปิดดูข้อมูลนี้ได้ และอธิบายเพิ่มเติมให้นักศึกษาเข้าใจถูกต้องมากยิ่งขึ้นได้ทันที นักศึกษามีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่มในการปรึกษาและออกแบบการทดลองร่วมกัน

ประการที่สามคือ การจัดการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เป็นการจัดการเรียนที่ผสมผสานกันระหว่างการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่

ได้เตรียมไว้ให้และการเรียนรู้จากการปฏิบัติการทดลองจริงของนักศึกษา มิได้ละทิ้งการปฏิบัติการทดลองซึ่งการปฏิบัติการทดลองเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นสิ่งสำคัญที่นักศึกษาจะได้รับประสบการณ์ตรง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำมาใช้ประกอบการทดลองนี้ใช้เพื่อแนะนำการดำเนินการทดลอง สาธิตขั้นตอนการใช้เครื่องมือเตรียมความพร้อมให้นักศึกษามีความรู้เบื้องต้นที่เพียงพอก่อนการปฏิบัติการทดลอง ส่งเสริมให้นักศึกษาได้ออกแบบการทดลอง เข้าใจขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่เหมาะสม เป็นต้น โดยที่นักศึกษายังต้องทำปฏิบัติการ เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปและแปลผล นักศึกษาเกิดการเรียนรู้จากการทำปฏิบัติการ ซึ่งจากการได้ปฏิบัติจริงที่มีการเตรียมความพร้อม นี้เป็นการส่งเสริมให้ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสูงขึ้น

ประการที่สี่คือ การศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ทำให้ผู้สอนมีเวลาในการให้คำปรึกษาหรือแนะนำนักศึกษาในการปฏิบัติการทดลองได้มากขึ้น เนื่องจากการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ผู้สอนจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเตรียมการสอน เตรียมสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ แต่จะช่วยลดภาระของผู้สอนในระหว่างชั่วโมงเรียนลงได้ นักศึกษาจะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้สอนมีเวลามากขึ้นที่จะสร้างความสัมพันธ์กับนักศึกษาและช่วยเหลือนักศึกษาแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสรี เพิ่มชาติ (2530 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาแนวโน้มของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีต่อผลการดำเนินการทางการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย พบว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้โดยจะต้องค้นคว้าหาความรู้และต้องการสื่อการเรียนรู้ลักษณะสื่อสำเร็จรูปที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และผู้สอนมีการเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายไปเป็นผู้ออกแบบและสร้างสื่อการเรียนรู้ หรือผู้จัดสถานการณ์การเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องทำงานหนักในการเตรียมบทเรียนแต่จะลดความเหนื่อยในการสอนลง

ประการที่ห้าคือ การศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองนี้ ทำให้มีบรรยากาศในการเรียนที่หลากหลายขึ้น ผู้สอนได้ใช้วิธีการสอนหลายวิธีให้นักศึกษาได้เกิดการเรียนรู้ ทำให้นักศึกษาได้ทำกิจกรรมหลายรูปแบบในการเรียนตลอด 3 คาบเรียน ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ทำให้นักศึกษาต้องการเรียนรู้มากขึ้น และช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจในการทดลองมากขึ้น ใกล้เคียงกับงานวิจัยของบาเรท (Barrett, 1998 402) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแนะนำบทเรียน วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เก็บข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและแปลผลการทดลอง พบว่าคอมพิวเตอร์เป็นแรงกระตุ้นในการสอนและการเรียนของครูและนักเรียน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาคงที่ในการทำการทดลองในแต่ละเทอม

จากผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทักษะการทดลองนี้ ใกล้เคียงกับผลงานวิจัยของ ยุกิน โพรวิทย์ (2534 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีต่อทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วย โดยกลุ่มทดลองใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง 4 ชุดในการเรียน กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ พบว่ากลุ่มทดลองที่ใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับ .05 และจากงานวิจัยของเฮิร์ล (Hearle, 1974 : 7064-A) ที่ได้วัดผลทักษะการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในรัฐแมริแลนด์ 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนหลักสูตร IAC (Interdisciplinary Approach to Chemistry) กับกลุ่มที่ได้เรียนหลักสูตรดังกล่าวก่อนทำการทดลองสอน 2 สัปดาห์ พบว่านักเรียนกลุ่มแรกที่เรียนด้วยหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

### ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผลการศึกษาและการนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

1. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้พัฒนาขึ้น มีการนำเสนอทั้งข้อความ รูปภาพ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังมีเสียงบรรยาย และเสียงเพลงบรรเลง ผู้ใช้งานจึงต้องคำนึงถึงสมบัติขั้นพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น นอกจากนี้ควรหาอุปกรณ์ประกอบเครื่องเช่นหูฟัง มาประกอบกับคอมพิวเตอร์เพื่อป้องกันการรบกวนสมาธิของผู้เรียนที่นั่งอยู่ใกล้กัน สำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง พบว่าเสียงบรรยายจะมีประโยชน์ในด้านการลดการอธิบายด้วยตัวอักษรที่หน้าจอลงได้มาก แต่ถ้าไม่มีเสียงบรรยายนักศึกษาสามารถอ่านคำบรรยายจากจอภาพได้ และไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอักษรใหญ่มากในการอธิบายเนื้อหา เพื่อลดพื้นที่ในการนำเสนอ

2. ผู้สอนควรอธิบายแผนผังการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผู้เรียนทราบก่อนเรียน เพื่อผู้เรียนจะได้ไม่เสียเวลาในการสำรวจเข้าไปในบทเรียนว่าภาพรวมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้งหมดที่ต้องศึกษามีหัวข้อใดบ้าง แต่ละหัวข้อใหญ่จะมีหัวข้อย่อยใดบ้าง ซึ่งผู้เรียนบางคนอาจจะต้องการ ทราบเพื่อวางแผนการศึกษาของตนให้เหมาะกับเวลาที่จะใช้ศึกษา

3. ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพ จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือกันของคณะครูอาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน ด้านคอมพิวเตอร์ ด้านศิลปะ เป็นต้น เพื่อให้ได้สื่อการสอนที่มีคุณภาพและสามารถใช้ได้จริง และควรมีการประเมินคุณภาพ

ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้อื่นที่ไม่ได้อยู่ในคณะจัดทำเช่น ผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ผู้สอนท่านอื่น และผู้เรียนในระดับที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้จริง

4. การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง โดยแทรกสถานการณ์ปัญหาไว้ให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดคิดแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาตามขั้นตอนวิธีการวิทยาศาสตร์ มีการฝึกหัดวิเคราะห์วิจารณ์ ซึ่งเป็นหนทางหนึ่งในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วย

5. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ทำให้มีบรรยากาศการเรียนการสอนที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น นักศึกษามีบรรยากาศของการเรียนรู้ การแสวงหาความรู้มากยิ่งขึ้น ทำให้ไม่เบื่อหน่ายและมีความกระตือรือร้นในการศึกษามากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการเรียนในรายวิชาปฏิบัติการ ที่นักศึกษาต้องใช้เวลาเรียน 3 คาบเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย จะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักศึกษาได้

6. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ทำให้ประหยัดเวลาและงบประมาณในการจัดการเรียนการสอน โดยลดความจำเป็นที่จะต้องให้ผู้สอนหลายคน ในกรณีผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองไม่เหมือนกัน ผู้เรียนสามารถศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้พร้อมกันหลาย ๆ กลุ่ม ทำให้ไม่เสียเวลา ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล ใครไม่เข้าใจก็ศึกษาซ้ำได้อีก และเป็นการเรียนเป็นขั้นตอนจากง่ายไปยาก จึงควรเพิ่มการพัฒนาการจัดการเรียนลักษณะนี้กับการทดลองอื่น ๆ อีก

7. จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า นักศึกษาให้ความระมัดระวังกับการปฏิบัติการทดลองเป็นอย่างดีและลดภาระผู้สอนในการอธิบายการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลอง ผู้สอนเพียงเน้นย้ำผู้เรียนในจุดที่ควรให้ความสนใจและระมัดระวังเป็นพิเศษเท่านั้น และสามารถลดการสูญเสียอุปกรณ์และสารเคมีจากการทดลองได้ เนื่องจากนักศึกษาที่มีความรู้เบื้องต้นก่อนลงมือปฏิบัติการทดลองแล้ว

8. จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า นักศึกษามีการทบทวนบทเรียนด้วยตนเองทั้งก่อนการเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ส่ง และก่อนสอบ ซึ่งนักศึกษาจะเข้าไปศึกษาในห้องคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลาที่นักศึกษาสะดวกและว่างเว้นจากการเรียน ซึ่งห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมีจะเปิดบริการวันจันทร์ถึงศุกร์ ตั้งแต่เวลา 9.00 น. ถึง 19.00 น. เป็นการส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเองที่ผู้เรียนเรียนได้ตามเวลาที่สะดวก โดยไม่ได้มีใครบังคับ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาในลักษณะเดียวกันนี้โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบระหว่างการศึกษาด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการทดลองกับการศึกษาด้วยการปฏิบัติการทดลองแบบปกติ โดยศึกษาตัวแปรอื่นเพิ่มขึ้น เช่น ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ระยะเวลาที่ใช้ในการ

ศึกษา เจตคติต่อการเรียนการสอน ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการควบคุมชั้นเรียน ของผู้สอน เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาถึงปัญหาของการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแขนง ได้แก่ วิทยาศาสตร์ทั่วไป ชีววิทยา ฟิสิกส์ เคมี เป็นต้น และศึกษาแนวโน้มการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติการแต่ละระดับชั้นเรียน

3. ควรศึกษาความต้องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ในวิชาปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอนและผู้เรียนในระดับชั้นต่าง ๆ

4. จากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยออกแบบบทเรียนโดยการนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบทเรียน บทเรียน จึงควรมีการศึกษาค้นคว้าผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทอื่นมา ประกอบกับการทดลอง เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด ประเภทการค้นพบ ประเภทการแก้ปัญหา ประเภทเกมการศึกษา เป็นต้น

5. ควรศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองและผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง ในวิชาวิทยาศาสตร์ทุกแขนง

6. ควรทำการวิจัยในทำนองนี้ โดยศึกษาตัวแปรอื่นที่เกี่ยวกับผู้เรียน เช่น วัย ระดับชั้นเรียน สาขาวิชาที่เรียน ระดับความสามารถในการเรียน เพศ เป็นต้น

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรองพร ชูชื่น. (2537). ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสอนปฏิบัติการเคมีของครูกับทักษะการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2541). วิจัยสำรวจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ส่วนสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- กาญจนา บุญเกียรติ. (2539, สิงหาคม). "Chemical Engineering Education in Thailand," วิศวกรรมสาร. 49(8) : 50.
- กาญจนา ลามรว. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และละออ แสนศักดิ์. (2524). หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2536). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอดิสันเพรส.
- ขนิษฐา ชานนท์. (2532, เมษายน-มิถุนายน). "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," เทคโนโลยีการศึกษา. 1(1) : 7-13.
- ครรชิต มัลลียงส์. (2540). ทศนะไอที. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กองบริการสื่อสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- คัชรินทร์ ศิริวงศ์. (2539, ตุลาคม – ธันวาคม). "Toollab : โปรแกรมช่วยสอนวิชาเคมี เมดอินขอนแก่น," วิทยาศาสตร์ มข. 24(4) : 230-239.
- จ. ทัสสน. (2538, พฤศจิกายน). "เส้นทางสู่อาชีพวิศวกร อาชีพร้อนที่ทำเงินเร็ว (รวย)," กระเจกเงา. 3(6) : 55.
- จรัส สุวรรณเวลา. (2542, มกราคม – เมษายน). "วิกฤติอุดมศึกษาไทย," วารสารสุขุทัยธรรมาธิราช. (12)1 : 45.
- ฉลองพร แก้วชราภรณ์. (2526). ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ คม.

- (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชนกพร เผ่าศิริ. (2540, มกราคม – มีนาคม). “การใช้โปรแกรม HPLC Simulator ในการสอนวิชาเคมีวิเคราะห์,” วิทยาศาสตร์ มข. 25(1) : 15-23.
- ชยศมน นรเศรษฐกุล. (2538). ความต้องการของผู้บริหารและอาจารย์เกี่ยวกับการจัดตั้งศูนย์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. (ออนไลน์). วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. แหล่งที่มา: webmaster@library.kmitnb.ac.th .
- ชุติมา วัฒนศิริ. (2536). การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนของ สสวท. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชัยวัฒน์ บำรุงจิตต์. (2537). การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้แนะแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบอยู่กับที่ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค. (ออนไลน์). วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. แหล่งที่มา: webmaster@library.kmitnb.ac.th .
- ดวงมัลย์ สัมมาวิภาวิกุล. (2541, มกราคม). “ความสำเร็จของการเรียนด้วยตนเอง,” วารสารเพื่อนสุขภาพ. 10(1) : 43-47.
- ดำเนิน ยาท่วม. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก กับ การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. (2541). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: วงกลมโปรดักชั่น.
- ถิราวุธ พงศ์ประยูร. (2540, กุมภาพันธ์). “แนวโน้มการศึกษาทางวิศวกรรมเคมี,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 7(1) : 22-26.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงฯ.

- . (2541). รายงานการสัมมนาวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการเป็นผู้นำแห่งภูมิภาค (ฉบับสมบูรณ์) 7-8 สิงหาคม 2541. กรุงเทพฯ: ทบวงฯ.
- ทิตนา แคมมณี. (2522). *กลุ่มสัมพันธ์: ทฤษฎีและแนวปฏิบัติเล่ม 1*. บุรพาติลปการพิมพ์.
- ธงชัย ชิวปรีชา. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชา สารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์: หน่วยที่ 13 การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธีรพล จินแพทย. (2531). *ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. ปริญญาโท คม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. (2531). "วิจัยเพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์," *คอมพิวเตอร์*. 15 : 36-40.
- นุชนาฏ จิตติโกคา. (2529). *ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นันทพล ไชยมันคง. (2538, พฤศจิกายน). "เส้นทางสู่อาชีพวิศวกร อาชีพร้อนที่ทำเงินเร็ว (รวย)," *กระเจกเงา*. 3(6) : 61.
- น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์. (2522). *การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ คม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บรรจบ สุขประภาภรณ์. (2534). *การสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เสนอภาพกราฟิกและเสียงเรื่องลอจิกเกท. (ออนไลน์)*. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. แหล่งที่มา: webmaster@library.kmitnb.ac.th .
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2524). *คู่มืออาจารย์: การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: การพิมพ์พระนคร.
- บุญเกื้อ คารหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: เอสอาร์พรินติ้ง.
- บุษยาณี ปุชิตากร. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้*

- แบบฝึกการตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- บุรณะ สมชัย. (2536). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู-อาจารย์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. (ออนไลน์). วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. แหล่งที่มา : [webmaster@library.kmitnb.ac.th](mailto:webmaster@library.kmitnb.ac.th).
- เบญญพร มหาพิรุณ. (2541). แนวโน้มการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษาระดับอุดมศึกษาในปีพ.ศ.2545. (ออนไลน์). วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. แหล่งที่มา : [webmaster@library.kmitnb.ac.th](mailto:webmaster@library.kmitnb.ac.th).
- บัณฑิต ฒ ลำพูน. (2540, พฤษภาคม-สิงหาคม). "การพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," วารสารสุขโขทัยธรรมมาธิราช. 10(2) : 57-65.
- ประกอบ วิโรจน์กูจ. (2537). "สอนอย่างไรให้คิดเป็นทำเป็น," ส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ การสอน. 5(1) : 33-34.
- ประกายวรรณ มณีแจ่ม. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครูของ สสวท. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). คิดเก่ง สมองไว. กรุงเทพฯ: โปรดัคทีฟ บัค.
- ประภาภรณ์ ฉันทจักรกนก. (2538). เปรียบเทียบความคิดเห็นของอาจารย์ระดับอุดมศึกษา จำแนกตามสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์เกี่ยวกับลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียน. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. แหล่งที่มา : [www.onec.or.th](http://www.onec.or.th)
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่ เอกสารนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว. (2523). การสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญา นิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- ปราโมทย์ แก้วสุข. (2528). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ปัญญา อุทัยพัฒน์. (2524). ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ปาริชาติ แก่นสำโรง. (2541). ผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง “หญิงและชาย” โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ปิยวัฒน์ หวังอารี. (2533). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). เอกสารคำสอนวิชาวิจัย 521 วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิชาญ ดันดิชัยปรกรณ์ เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, อุษา จินเจนกิจ เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เมื่อ 22 ตุลาคม 2542.
- พิทยา ไชยมงคล. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเวลาเรียนเฉลี่ยในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พินิจ วรรณเวชศิลป์. (2522). ปัญหาการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:ไทยวัฒนาพานิช.

- มนวิภา อ่อนศรี. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.  
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- มนัส บุญประกอบ เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, อุษา จินเจนกิจ เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่สถาบันวิจัยพฤกษ  
กรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อ กุมภาพันธ์ 2543.
- มังกร ทองสุขดี. (2521). โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกสารการนิเทศการศึกษา  
ฉบับที่ 201. กรุงเทพฯ: อรุณสกลาตพรวา.
- . (2522). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:  
บัวหลวงการพิมพ์.
- มานพ สุดสงวน. (2536). ความต้องการการพัฒนาของคณาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม  
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา).  
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.  
แหล่งที่มา : [www.onec.or.th](http://www.onec.or.th).
- มานะ ออพานิชกิจ. (2530). ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.  
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- มานิชย์ ไชยสวัสดิ์. (2540, กรกฎาคม-ธันวาคม). “แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม  
คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสอน,” วารสาร มจร.วิชาการ. 1(1) : 25-28.
- ✕ ยุพิน โพธิวิทย์. (2534). ผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ  
ปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยวัง. ปริญญาณิพนธ์ ศศ.ม.  
(การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่าย  
เอกสาร.
- รศนา อัคระกิจ. (2535). กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนะ บัวรา. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ  
การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้  
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยม  
ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.  
ถ่ายเอกสาร.

- เรืองชัย ทิมสุวรรณ. (2533). ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- . (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วชิระ อินทร์อุดม. (2537). ผลของการสรุปเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีการจัดการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วิมล ดำริห์ศิลป์. (2533). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี กับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู. . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วิมล สำราญวานิช. (2537, กุมภาพันธ์-พฤษภาคม). "วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา," *ศึกษาศาสตร์ มข.* 17(1) : 27-29.
- วีระยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). จิตวิทยาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ: อำนวยการพิมพ์.
- วุฒิชัย กปิลกาญจน์. (2538, พฤศจิกายน). "เส้นทางสู่อาชีพวิศวกร อาชีพร้อนที่ทำเงินเร็ว (รวย)," *กระเจ๊กเงา.* 3(6) : 59.
- ศรีลักษณ์ มาโกมล. (2529). ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2524). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและประเมินผล.
- สถาพร สาธุการ. (2540). "การพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา," *ทับแก้ว* : 109-119.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2542). *40 ปี 19 ก.พ.42 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. มปป.

- สมควร ศรีภูสิตโต. (2539). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายบุคคลและแบบร่วมมือ. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิต สวณไพบุลย์. (2541). เอกสารคำสอนวิชา กว.571 ประชุมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมบูรณ์ บุศรีรักษ์. (2539). การสังเคราะห์งานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาและเทคนิคการวิเคราะห์เมตาดา. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมบูรณ์ สุริยวงศ์ และสมจิต เรืองศรี. (มปป.). การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ = *Evaluation of Learning in Science MR 326*. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สมบัติ ทิมทรัพย์. (2535). หลักพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์. ครั้งที่ 2. มปป.
- สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2537). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย (ปรับปรุงครั้งที่ 2). ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. มปป.
- สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. (2538, มกราคม-เมษายน). "คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," เทคโนโลยีการศึกษา. 2(2) : 27.
- สุพิทย์ กาญจนพันธ์. (2541). รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา = *Education Communication & Technology Terms*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุลัดดา ลอยฟ้า. (2537, พฤษภาคม-สิงหาคม). "คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," วารสารศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง. 2(4) : 15-25.
- สุวรรณ เกสร. (2537). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ความคงทนและความชอบทางการเรียน จากบทเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคล และรายกลุ่มที่มีขนาดของกลุ่มต่างกัน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. แหล่งที่มา : webmaster@library.kmitnb.ac.th.

- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1-2*. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซ็นเตอร์.
- สุริยันต์ เทียมเพชร. (2540). *Chemical Engineering 1 ทศวรรษวิศวกรรมเคมีและกระบวนการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. มปป.
- สุเทพ อุดสาหะ. (2526). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. มหาสารคาม: ภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมหาสารคาม.
- เสรี เพิ่มชาติ. (2530). *แนวโน้มของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีผลต่อการดำเนินการทางการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.แหล่งที่มา : webmaster@library.kmitnb.ac.th.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – 2544)*. กรุงเทพฯ : อรรถพลการพิมพ์.
- โสภา บุญยศรีสวัสดิ์. (2520). *อิทธิพลของช่วงเวลาที่มิต้อสัมพันธ์กับความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- หอมนวล ใจชื่อ. (2529). *การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- อรรษศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ. (2524). *ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อำนวย รุ่งรัตมี. (2525). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า*. มหาสารคาม: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ✕ อีสริยา สิริวิทยาวรรณ. (2534). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทปโทรทัศน์สร้างสถานการณ์กับการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- อุทัย บุญมาดี. (2529). การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- เอษณะ สัจจสวัสดิ์. (2538). ผลของเกมการสอนที่เสนอในช่วงเวลาที่ต่างกันในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. . ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- Badmus, O.O. and others. (1996). "Ideas in Practice (1) : Real – Time, Sensor – Based Computing in the Laboratory," *Chemical Engineering Education*. (CD-ROM). 30 (4) : 280-285. Available: ERIC(1985-September 1999); Acc.No.EJ534877.
- Barrett, Joan B. (1998, August). "An Investigation Study into the Effectiveness of Using Computer-Aided Instruction (CAI) as a Laboratory Component of College-Level Biology," *Dissertation Abstracts International*. 59(02) : 402.
- Brophy, Sean P. (1998). "Learning Scientific Principles Through Problem Solving in Computer Supported and Laboratory Environments," *Dissertation Abstracts International*. 59(03) : 710.
- Busboom, Sally Y. (1997). "Project Longhorn : A Pilot Project in the Use of Batch Computing in High School Chemistry Teaching," *Journal of Chemical Education*. (CD-ROM). 74(10) : 1181-1184. Available: ERIC(1985-September 1999); Acc.No.EJ552909.
- Collis, Betty . (1988). *Computer, Curriculum, and Whole – Class Instruction : Issue and Ideas*. California : Wadsworth Publishing.
- Dharmadasa, Indranie. (1998. November). "Children's Conceptualization of Force : Experimenting and Problem – Solving (Third Grade)," *Dissertation Abstracts International*. (CD-ROM). 59(5).
- Espinosa, Leonard J. (1990). *Microcomputer Facilities in Schools*. Colorado : Libraries Unlimited.
- Fenves, S.J. and others. (1988, November). "Ideas in Practice (1) : Two Undergraduate Courses in Computer-Aided Engineering," *Engineering Education*. (CD-ROM). 78 (10) : 122-126. Available: ERIC(1985-September 1999); Acc.No.EJ382847.

- Glasser, Lesile and others. (1996, April). "Abstract for Volume 9B Number 1 CAI for Chemistry," *Journal of Chemical Education*. 73(4) :323.
- Good, Carter V. (1959). *Dictionary of Education*. New York : McGraw-Hill.
- Hearle, Robert J. (1974, May). "The Identification and Measurement of High School Chemistry Laboratory Skills," *Dissertation Abstracts International*. 34 : 7064-A.
- Hodson, Jennifer. (1997). "Computational Fluid Dynamical Studies of Structured Distillation Packing Zmass Transfer, Heat Transfer)," *UMI ProQuest – Dissertation Abstracts*. (CD-ROM). Available: ERIC(1985-September 1999).
- Hofstetter, Fred T. (1986, July). "The Eleventh Summative Report of the Office of Computer-Based Instruction," 4 *Microfilm*. (CD-ROM). Available: ERIC(1985-September 1999); Acc.No.ED277336.
- Hoover, Carolyn J. (1999, March). "Effect of System-Model Diagrams with Scientific Text on Explanative Recall and Problem Solving Performance of Community College Student," *Dissertation Abstracts International*. (CD-ROM). 59(9). Available: ERIC(1985-September 1999).
- Johnecy, Robert. (1990). *Problem Solving in School Science*. 5 th ed. Hemel Hempstead: Simon & Schuster.
- Johnson, James F. and Morris, Karen M. (1997). "Courseware Is the Key : Bridging Lecture and Laboratory in General Chemistry," *Computing in Higher Education*. (CD-ROM). 8(2) : 109-125. Available: ERIC(1985-September 1999); Acc.No.EJ554072.
- Jolly, Anju B. (1999, March). "The Effectiveness of Learning with Concept Mapping on the Science Problem-Solving of Sixth-Grade Children," *Dissertation Abstracts International*. (CD-ROM). 59(9).
- Kearsley, Greg and others. (1992). *We Teach with Technology : New Visions for Education*. Oregon : Franklin, Beedle & Associates.
- Khedro, Taha. (1994, September). "A Distributed Problem Solving Approach to Collaborative Facility Engineering Through Agent – Based Software Integration," *DAI – B*. (CD-ROM). 55(3) : 179. Available: ERIC(1985-September 1999).
- Krulik, Stephen & Rudnick Jesse A. (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teacher*. Massachusetts: Allyn and Bacon.

- Kurtz, Barry L. and O'Neal, Micheal B. (1994, June, 13-15). "A Software Laboratory Environment for Computer-Based Problem Solving," *Annual National Educational Computing Conference*. (CD-ROM). 15 th. Available: ERIC(1985-September 1999). Acc.No. ED396698.
- Lipkowitz, Kenny B. and others. . (1996, February). "Computational Chemistry for the Inorganic Curriculum," *Journal of Chemical Education*. 73(2) :105-107.
- Lockard, James and others. (1990). *Microcomputer for Educators*. 2 nd ed. United states of America : Harper Collins Publishers.
- Lunetta, Vincent N., Hoftein Avi, & Gidding Geoffrey. (1981, January) "Evaluating Science Laboratory Skills," *The Science Teacher*. 48 : 22-25.
- Merrill, Paul F. et al. (1992). *Computer in Education*. 2 nd ed. Massachusetts : Allyn and Bacon.
- Model Science Software. (1999). *Model Chemlab and Chemistry Education*. (Online). Available Telnet: [modelscience.com/index.html](http://modelscience.com/index.html).
- Science Media. (1999). *Problem – Solving Skills*. (Online). Available Telnet: [www.scimedia.com](http://www.scimedia.com); Directory: Chem-ed/Courses; File: Problem Solving.html.
- Smith, Gene A. (1987, February). "The Effect of Various Teaching Strategies on the Cognitive Achievement of Frist Year Biology Students," *Dissertation Abstracts International*. 47 : 2184-A.
- Soden, Rebecca . (1994). *Teacher Problem Solving in Vocational Education*. London: Routledge.
- Venable, Margaret H. (1997, April). "The Effects of a Computer-based Multimedia general Chemistry Laboratory Manual on Student Attitudes and Achievement as Related to Gender, Ethnicity, Self-Confidence and Knowledge of Chemical Terms," *Dissertation Abstracts International*. 57(10) : 4315.
- Weir, John J. (1974, April). "Problem Solving in Everybody's Problem," *Science Teacher*. 41 : 16-17.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย  
และตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์วรรณกุล บำรุงสาลี

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ

3. อาจารย์แสงนวล ศรีรัตนชัยวาลย์

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ



ที่ ทม 1012/ ๐๙๕๔๘

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

1๙ พฤษภาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวอุษา จินเจนกิจ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ" โดยมี อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์แสงนวล ศรีรัตนชีวลักษณ์ และ อาจารย์วรรณกุล บำรุงสาลี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอุษา จินเจนกิจ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5664

โทรสาร. 258-4119



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ      บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 258 - 4119, 664 - 1000 ต่อ 5644

ที่ ทม 1012/๐15๔๗

วันที่ 1๔ พฤษภาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอุษา จินเจนกิจ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำสารนิพนธ์เรื่อง "การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ" โดยมี อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำสารนิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัด เป็นผู้เชิญชวนให้ นางสาวอุษา จินเจนกิจ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1012/ 01663

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

1 มิถุนายน 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ และแบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวอุษา จินเจนกิจ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ" โดยมี อาจารย์ดร.มนัส บุญประกอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี และขอให้ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาคปกติ จำนวน 12 คน วิชาวิศวกรรมเคมี เป็นกลุ่มตัวอย่างทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ประกอบการทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างเดือนมิถุนายน 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวอุษา จินเจนกิจ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119, 6641000 ต่อ 5644, 5646 โทรสาร. 2584119

ที่ ทม 1012/ 1814



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๔ มิถุนายน 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวอุษา จินเจนกิจ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ" โดยมี อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตทดลองสอนกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 จำนวน 22 คน สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวอุษา จินเจนกิจ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5664 โทรสาร. 258-4119

ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ แบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน  
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการ  
ทดลองทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เคมี เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

### ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์

ตาราง 4 วิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

| การทดลองเรื่อง                          | ระบุปัญหา  | พฤติกรรม     |             |                |
|-----------------------------------------|------------|--------------|-------------|----------------|
|                                         |            | ตั้งสมมติฐาน | การทดลอง    | สรุปและนำไปใช้ |
| การวิเคราะห์สี                          | 4% (2 ข้อ) | 2% (1 ข้อ)   | 6% (3 ข้อ)  | 6% (3 ข้อ)     |
| การวิเคราะห์ปริมาณ<br>โลหะหนัก          | 2% (1 ข้อ) | 2% (1 ข้อ)   | 6% (3 ข้อ)  | 6% (3 ข้อ)     |
| การวิเคราะห์ความขุ่น<br>และปริมาณซัลเฟต | 2% (1 ข้อ) | 2% (1 ข้อ)   | 6% (3 ข้อ)  | 6% (3 ข้อ)     |
| รวม (25 ข้อ)                            | 8% (4 ข้อ) | 6% (3 ข้อ)   | 18% (9 ข้อ) | 18% (9 ข้อ)    |

ตาราง 5 วิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

| การทดลองเรื่อง                          | ออกแบบการทดลอง | พฤติกรรม       |                |
|-----------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                                         |                | ดำเนินการทดลอง | บันทึกและแปลผล |
| การวิเคราะห์สี                          | 6% (3 ข้อ)     | 8% (4 ข้อ)     | 4% (2 ข้อ)     |
| การวิเคราะห์ปริมาณ<br>โลหะหนัก          | 4% (2 ข้อ)     | 8% (4 ข้อ)     | 4% (2 ข้อ)     |
| การวิเคราะห์ความขุ่น<br>และปริมาณซัลเฟต | 4% (2 ข้อ)     | 8% (4 ข้อ)     | 4% (2 ข้อ)     |
| รวม (25 ข้อ)                            | 14% (7 ข้อ)    | 24% (12 ข้อ)   | 12% (6 ข้อ)    |

จากตารางที่ 4 และ 5 สามารถสรุปได้ดังนี้

น้ำหนักความสำคัญของการทดลองต่าง ๆ

|                                                    |                  |     |
|----------------------------------------------------|------------------|-----|
| การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์สี                      | น้ำหนักความสำคัญ | 32% |
| การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก          | น้ำหนักความสำคัญ | 36% |
| การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ความขุ่นและปริมาณซัลเฟต | น้ำหนักความสำคัญ | 32% |

พฤติกรรมที่ต้องการวัด

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

|                       |                  |     |
|-----------------------|------------------|-----|
| 1.1 การระบุปัญหา      | น้ำหนักความสำคัญ | 8%  |
| 1.2 การตั้งสมมติฐาน   | น้ำหนักความสำคัญ | 6%  |
| 1.3 การทดลอง          | น้ำหนักความสำคัญ | 18% |
| 1.4 การสรุปและนำไปใช้ | น้ำหนักความสำคัญ | 18% |
| รวม                   |                  | 50% |

2. ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

|                       |                  |     |
|-----------------------|------------------|-----|
| 2.1 การออกแบบการทดลอง | น้ำหนักความสำคัญ | 14% |
| 2.2 การดำเนินการทดลอง | น้ำหนักความสำคัญ | 24% |
| 2.3 การบันทึกและแปลผล | น้ำหนักความสำคัญ | 12% |
| รวม                   |                  | 50% |

## แบบทดสอบวิชาฟิสิกส์เคมี เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

**คำชี้แจง** แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบของการทดลองทั้ง 3 การทดลองได้แก่การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์สี การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก และการวิเคราะห์ความขุ่นและปริมาณซัลเฟต แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (25 ข้อ) และตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (25 ข้อ) รวม 50 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้นักศึกษาทำทุกข้อ

### ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

#### การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์สี

สถานการณ์ที่ 1 น้ำที่ใช้สำหรับอุปโภคบริโภคในโรงงานควรเป็นน้ำที่ปราศจากสีหรือมีสีน้อยมาก ซึ่งในการกำจัดสีออกจากน้ำเป็นกระบวนการที่มีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์สีของน้ำก่อนว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่

1. ให้นักศึกษาระบุข้อความปัญหาจากสถานการณ์นี้ (การระบุปัญหา)

---

2. ให้นักศึกษาดังสมมติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาที่นักศึกษาดังขึ้น (รูปแบบข้อความที่เป็นสมมติฐาน เช่น ถ้า.....แล้ว.....) (การตั้งสมมติฐาน)

---

3. ตัวแปรใดที่นักศึกษาคควรควบคุมเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง (การทดลอง)

---

4. นักศึกษามีแนวทางในการสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาในข้อ 1 อย่างไร (การสรุปการทดลอง)

---

5. นักศึกษาจงอธิบายแนวทางที่จะนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ (การนำไปใช้)

---

สถานการณ์ที่ 2 โรงงานสิ่งทอแห่งหนึ่งมีน้ำเสียจากกระบวนการผลิตที่มีสีค่อนข้างเข้มเกินมาตรฐานไม่สามารถปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ วิศวกรของโรงงานได้สังเกตน้ำนี้ด้วยตาเปล่าพบว่าน้ำมีสีเข้มและมีของแข็งขนาดเล็กแขวนลอยอยู่ยากแก่การจมตัว จึงทำให้ไม่แน่ใจว่าถ้าแยกของแข็งนั้นออกไปแล้ว สีจริงของน้ำจะเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งหรือไม่

6. จากสถานการณ์ให้นักศึกษาออกแบบวิธีการทำการทดลอง (การทดลอง)

---



---

7. ตัวแปรใดที่นักศึกษาคควรควบคุมเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง (การทดลอง)

---

8. นักศึกษามีแนวทางในการสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับสถานการณ์และวิธีการทดลองอย่างไร (การสรุปการทดลอง)

---

### การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

สถานการณ์ที่ 3 โรงงานแห่งหนึ่งต้องการนำน้ำบาดาลมาผลิตเป็นน้ำสำหรับอุปโภคในโรงงาน เมื่อสูบน้ำบาดาลขึ้นมาในระยะแรกพบว่าน้ำใส แต่พอตั้งทิ้งไว้กลับมีตะกอนแขวนลอยสีส้มแดง มีกลิ่นเหมือนสนิมเหล็ก

9. ให้นักศึกษาระบุข้อความปัญหาของสถานการณ์นี้ (การระบุปัญหา)

---

10. ให้นักศึกษาดังสมมติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาที่นักศึกษาดังขึ้น (รูปแบบข้อความที่เป็นสมมติฐาน เช่น ถ้า.....แล้ว.....) (การตั้งสมมติฐาน)

---

11. ตัวแปรใดที่นักศึกษาคควรควบคุมเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง (การทดลอง)

---

12. นักศึกษามีแนวทางในการสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาในข้อ 9 อย่างไร (การสรุปการทดลอง)

---

สถานการณ์ที่ 4 วิศวกรโรงงานแห่งหนึ่งพบว่าหม้อไอน้ำของโรงงานมีตะกอนอยู่มาก การป้องกันตะกอนโดยการกำจัดต้นเหตุเช่น ความกระด้างของน้ำ ปริมาณเหล็กในน้ำ ทำได้โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องกำจัดความกระด้าง เครื่องกำจัดเหล็ก ฯลฯ ขณะนี้วิศวกรคนนี้กำลังตัดสินใจอยู่ว่าสมควรจะจัดซื้อเครื่องกำจัดเหล็กมาใช้กับหม้อไอน้ำของโรงงานหรือไม่

13. ให้นักศึกษาระบุข้อความที่เป็นปัญหาของสถานการณ์นี้ (การระบุปัญหา)

---

14. ให้นักศึกษาออกแบบวิธีการทำการทดลอง (การทดลอง)

---

15. ตัวแปรใดที่นักศึกษาคควรควบคุมเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง (การทดลอง)

---

16. ถ้านักศึกษาทำการทดลองตามข้อ 14 แล้ว นักศึกษาจะสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาในการทดลองข้อ 13 ได้อย่างไร (การสรุปการทดลอง)
- 

17. นักศึกษาจงอธิบายแนวทางที่จะนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ (การนำไปใช้)
- 

### การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ความขุ่นและปริมาณซัลเฟต

สถานการณ์ที่ 5 โรงงานล้างขวดน้ำปลาแห่งหนึ่งต้องการลดต้นทุนการผลิต จึงมีความคิดที่จะนำน้ำทิ้งของโรงงานกลับมาใช้ใหม่ ลักษณะของน้ำทิ้งนั้นมีสีขาวขุ่นและมีอนุภาคเล็ก ๆ แขนงลอยอยู่ทำให้ไม่น่าใช้ และวิศวกรโรงงานไม่แน่ใจว่าความขุ่นนี้เกินค่ามาตรฐานน้ำสำหรับอุปโภคหรือไม่

18. ให้นักศึกษาระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้ (การระบุปัญหา)
- 

19. ให้นักศึกษาดำเนินการตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาที่นักศึกษาดำเนินการ (รูปแบบข้อความที่เป็นสมมติฐาน เช่น ถ้า.....แล้ว.....) (การตั้งสมมติฐาน)
- 

20. ตัวแปรใดที่นักศึกษาคควรควบคุมเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ต้องการ (การทดลอง)
- 

21. นักศึกษามีแนวทางในการสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาในข้อ 9 อย่างไร (การสรุปการทดลอง)
- 

สถานการณ์ที่ 6 หมู่บ้านแห่งหนึ่งอยู่ใกล้เหมืองแร่ และชาวบ้านได้สูบน้ำขึ้นมาใช้ในการอุปโภคและบริโภค ปรากฏว่าผู้คนในหมู่บ้านต้องเสียกันโดยทั่วไป และสารประกอบของซัลเฟตจะมีอยู่มากในบริเวณที่เป็นเหมืองแร่และสามารถทำให้ท้องเสียได้ เช่นมีมากเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่ใช้บริโภค

22. ให้นักศึกษาเขียนวิธีการดำเนินการทดลองแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นขั้นตอน (การทดลอง)
- 

23. สิ่งใดที่นักศึกษาคควรควบคุมเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ต้องการ (การทดลอง)
-

24. สมมติว่านักศึกษาหาปริมาณซัลเฟตได้ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร นักศึกษาคิดว่าควรนำน้ำนี้มาใช้หรือไม่ เพราะเหตุใด (การสรุปการทดลอง)

---

25. ถ้านักศึกษาทำการทดลองตามข้อ 22 แล้ว นักศึกษามีแนวทางการสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร (การสรุปการทดลอง)

---

## ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

### การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์สี

1. นักศึกษาจะแยกสีจริงของน้ำออกจากสีปรากฏได้ด้วยเครื่องมือใด (การออกแบบการทดลอง)

---

2. นักศึกษาคิดว่าจะต้องใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วใดบ้างในการทดลองวิเคราะห์สีของตัวอย่างน้ำให้ระบุชื่ออุปกรณ์มาไม่ต่ำกว่า 5 อย่าง (การออกแบบการทดลอง)

---

3. นักศึกษามีวิธีเลือกความยาวคลื่นของเครื่องวิเคราะห์สีที่เหมาะสมได้อย่างไร (การดำเนินการทดลอง)

---

4. นักศึกษาคิดว่ามีสาเหตุใดบ้างที่จะทำให้ค่าที่ได้จากการทดลองคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง (การดำเนินการทดลอง)

---

5. การวิเคราะห์สีชนิดใด (สีจริงหรือสีปรากฏ) มีโอกาสทำให้ค่าที่แสดงจากเครื่องวิเคราะห์สีไม่คงที่มากกว่ากัน เพราะเหตุใด (การดำเนินการทดลอง)

---

6. จงอธิบายหลักการทำงานและวิธีการใช้เครื่องมือที่ใช้แยกสีจริงออกจากสีปรากฏด้วยย่อ (การดำเนินการทดลอง)

---

7. นักศึกษาจะบันทึกค่าใดได้บ้างจากเครื่องมือวิเคราะห์สีที่นักศึกษาใช้ (การบันทึกและแปลผล)

---

8. ลักษณะกราฟที่ได้จากการเขียนกราฟระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ควรมีแนวโน้มของกราฟอย่างไร (การบันทึกและแปลผล)
- 

#### การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

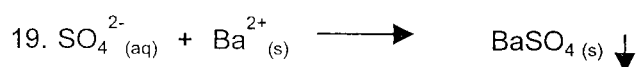
9. นักศึกษาคิดว่าจะต้องใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วใดบ้างในการทดลองหาปริมาณเหล็กในตัวอย่างน้ำ ให้ระบุชื่ออุปกรณ์มาไม่ต่ำกว่า 5 ชนิด (การออกแบบการทดลอง)
- 
10. นักศึกษาจะต้องใช้สารเคมีใดในการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก ให้ระบุชื่อสารเคมีมาสัก 1 อย่าง (การออกแบบการทดลอง)
- 
11. ถ้าตัวอย่างน้ำเป็นน้ำบาดาล นักศึกษาคิดว่าระยะเวลาหลังจากที่นำตัวอย่างน้ำขึ้นมาจากบ่อบาดาลแล้ว จะมีผลต่อการหาปริมาณเหล็กเฟอร์ (Fe<sup>2+</sup>) หรือไม่ ถ้ามีจะควบคุมอย่างไร (การออกแบบการทดลอง)
- 
12. เหล็กสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีกับ 1,10 - Phenanthroline ได้ นักศึกษาจะนำสมบัตินี้ไปใช้ในการหาปริมาณเหล็กด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงหรือสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (การดำเนินการทดลอง)
- 
13. นักศึกษาจงอธิบายวิธีการใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์เป็นขั้นตอนหลัก ๆ (การดำเนินการทดลอง)
- 
14. นักศึกษาจงระบุสิ่งที่ทำให้ค่าที่ได้จากการทดลองคลาดเคลื่อนไปอันเนื่องมาจากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์มาสัก 2 ข้อ (การดำเนินการทดลอง)
- 
15. มีความจำเป็นหรือไม่ที่จะต้องเปิดเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ไว้ก่อนใช้งานสักระยะเวลาหนึ่ง เพราะเหตุใด (การดำเนินการทดลอง)
- 
-

16. จากการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมตรี นักศึกษาคิดว่าจะบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งใด และช่วงการอ่านค่าจากเครื่องควรวัดในช่วงใด จึงเป็นช่วงที่เหมาะสม (การบันทึกและแปลผล)

17. ตัวแปรทั้งสองที่ได้ทำการบันทึกไว้ตามข้อ 16 นั้น จะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด (การบันทึกและแปลผล)

#### การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ความขุ่นและปริมาณซัลเฟต

18. นักศึกษาจะต้องใช้สารเคมีใดบ้างในการทดลองวิเคราะห์ค่าความขุ่น ให้ระบุชื่อสารเคมีมาสัก 1 อย่าง (การออกแบบการทดลอง)



จากสมการนักศึกษาคิดว่าควรใช้การวิเคราะห์ความขุ่นในการหาปริมาณซัลเฟตได้อย่างไร (การออกแบบการทดลอง)

20. ให้นักศึกษาอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าความขุ่นโดยสรุป (การดำเนินการทดลอง)

21. นักศึกษาจะมีวิธีการทำความสะอาดเซลล์ หรือคิวเวทท์ที่ใส่สารตัวอย่างได้อย่างไร (การดำเนินการทดลอง)

22. นักศึกษาคิดว่ามีสาเหตุใดบ้างที่ทำให้ค่าความขุ่นที่อ่านได้จากเครื่องวัดความขุ่นมีค่าไม่คงที่ (การดำเนินการทดลอง)

23. นักศึกษาคิดว่าจะมีสาเหตุใดบ้างที่ทำให้ค่าความขุ่นที่ได้จากการทดลองผิดพลาด (การดำเนินการทดลอง)

24. ถ้านักศึกษานำน้ำดื่มบรรจุขวดมาวิเคราะห์ ได้ค่าความขุ่น 10 NTU. นักศึกษาคิดว่าน้ำดื่มนี้เป็นอย่างไร (การแปลผลและบันทึกผล)

25. ให้นักศึกษาอธิบายวิธีการหาปริมาณซัลเฟตในสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานที่นักศึกษามีอยู่ (การแปลผลและบันทึกผล)

## เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ

### เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

| พฤติกรรม          | คะแนน                                                     |                                                                            |                                                                                |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                   | 0 คะแนน                                                   | ½ คะแนน                                                                    | 1 คะแนน                                                                        |
| การระบุปัญหา      | ระบุปัญหาไม่สอดคล้องกับสถานการณ์                          | ระบุปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์                                           | ระบุปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์และเขียนอยู่ในรูปประโยคที่เหมาะสมชัดเจน        |
| การตั้งสมมติฐาน   | ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหาการทดลอง                   | ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาการทดลอง                                    | ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาการทดลองและเขียนอยู่ในรูปประโยคที่เหมาะสมชัดเจน |
| การทดลอง          | อธิบายขั้นตอนการทดลองไม่ถูกต้อง                           | อธิบายขั้นตอนการทดลองถูกต้องได้บางส่วน                                     | อธิบายขั้นตอนการทดลองถูกต้องและครอบคลุมตลอดการทดลอง                            |
| การสรุปและนำไปใช้ | ไม่สามารถสรุปผลการทดลองและนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ไม่ได้ | สรุปผลการทดลองได้หรือนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ได้ถูกต้องข้อใดเพียงข้อหนึ่ง | สามารถสรุปผลการทดลองและนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ได้ถูกต้องเหมาะสม              |

หมายเหตุ สำหรับข้อคำถามที่ถามการสรุปการทดลองหรือการนำผลการทดลองไปใช้เพียงอย่างเดียวให้ระดับคะแนนดังนี้

| พฤติกรรม             | คะแนน                         |                                          |                                          |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
|                      | 0 คะแนน                       | ½ คะแนน                                  | 1 คะแนน                                  |
| การสรุปผลการทดลอง    | ไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้    | สามารถสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องบางส่วน    | สามารถสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม    |
| การนำผลการทดลองไปใช้ | ไม่สามารถนำผลการทดลองไปใช้ได้ | สามารถนำผลการทดลองไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน | สามารถนำผลการทดลองไปใช้ได้ถูกต้องเหมาะสม |

### เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการทดลอง

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบทักษะการทดลอง

| พฤติกรรม              | คะแนน                                   |                                                                         |                                                                          |
|-----------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|                       | 0 คะแนน                                 | ½ คะแนน                                                                 | 1 คะแนน                                                                  |
| <u>ทักษะการออกแบบ</u> |                                         |                                                                         |                                                                          |
| <u>การทดลอง</u>       |                                         |                                                                         |                                                                          |
| การระบุอุปกรณ์        | ไม่สามารถระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ | สามารถระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แต่ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละข้อ    | สามารถระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละข้อ    |
| การระบุสารเคมี        | ไม่สามารถระบุสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้ | สามารถระบุสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้แต่ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละข้อ    | สามารถระบุสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้ถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละข้อ    |
| การระบุเครื่องมือ     | ไม่สามารถระบุสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้ | สามารถระบุเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แต่ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละข้อ | สามารถระบุเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้ถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนดในแต่ละข้อ |
| การเตรียมการทดลอง     | ไม่สามารถวางแผนการทดลองล่วงหน้าได้      | สามารถวางแผนการทดลองได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์                                | สามารถวางแผนการทดลองได้ถูกต้อง ชัดเจน                                    |

ตาราง 7 (ต่อ)

| พฤติกรรม                         | คะแนน                                                                                  |                                                                                          |                                                                                                                |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | 0 คะแนน                                                                                | $\frac{1}{2}$ คะแนน                                                                      | 1 คะแนน                                                                                                        |
| <u>ทักษะการดำเนินการ</u>         |                                                                                        |                                                                                          |                                                                                                                |
| <u>ทดลอง</u>                     |                                                                                        |                                                                                          |                                                                                                                |
| การปฏิบัติตามวิธีการ             | ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้                                                      | สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้บ้าง                                                       | สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้องทั้งหมด                                                                   |
| การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์   | ไม่สามารถอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือได้                                            | สามารถอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือได้บ้าง                                             | สามารถอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือได้ทั้งหมด                                                                |
| การรักษาความปลอดภัย              | - ไม่ทราบอันตรายของสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง                                             | - ทราบอันตรายของสารเคมีหรือทราบวิธีป้องกันตัวเองจากสารเคมีอย่างใดเพียงอย่างหนึ่ง         | - ทราบอันตรายของสารเคมีและวิธีป้องกันตัวเองจากสารเคมีนั้น ถูกต้อง                                              |
|                                  | - ไม่ทราบวิธีการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ประกอบการทดลอง                    | - ทราบวิธีการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ประกอบการทดลองบ้าง                     | - ทราบวิธีการดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือที่ใช้ประกอบการทดลองถูกต้องชัดเจน                                         |
| การแก้ปัญหาของการปฏิบัติการทดลอง | นักศึกษาไม่สามารถตัดสินใจแก้ปัญหาและควบคุมสิ่งที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดลองได้ | นักศึกษาสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาหรือควบคุมสิ่งที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดลองได้บ้าง | นักศึกษาสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาและควบคุมสิ่งที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดลองได้ด้วยเหตุผลที่ถูกต้องเหมาะสม |

ตาราง 7 (ต่อ)

| พฤติกรรม                | คะแนน                        |                                                       |                                                                                           |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | 0 คะแนน                      | $\frac{1}{2}$ คะแนน                                   | 1 คะแนน                                                                                   |
| <u>ทักษะการแปลผลและ</u> |                              |                                                       |                                                                                           |
| <u>บันทึกผลการทดลอง</u> |                              |                                                       |                                                                                           |
| การบันทึกผลการทดลอง     | ไม่สามารถบันทึกผลการทดลองได้ | สามารถบันทึกผลการทดลองได้                             | สามารถบันทึกผลการทดลองได้ด้วยวิธีการที่เหมาะสม                                            |
| การนำเสนอผลการทดลอง     | ไม่สามารถนำเสนอผลการทดลองได้ | สามารถนำเสนอผลการทดลองได้                             | สามารถนำเสนอผลการทดลองได้โดยเลือกใช้วิธีการนำเสนอที่เหมาะสมกับข้อมูลเช่น แผนภูมิ กราฟ ฯลฯ |
| การคำนวณผลการทดลอง      | ไม่สามารถคำนวณผลการทดลองได้  | สามารถคำนวณผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้บ้างบางส่วน | สามารถคำนวณผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้องทั้งหมด                                  |

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ  
ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เคมี เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) | ค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) |
|--------|--------------------------|-----------------------|
| 1      | .72                      | .31                   |
| 2      | .72                      | .31                   |
| 3      | .72                      | .44                   |
| 4      | .72                      | .44                   |
| 5      | .59                      | .69                   |
| 6      | .59                      | .44                   |
| 7      | .59                      | .49                   |
| 8      | .63                      | .63                   |
| 9      | .65                      | .31                   |
| 10     | .59                      | .31                   |
| 11     | .59                      | .44                   |
| 12     | .63                      | .38                   |
| 13     | .63                      | .38                   |
| 14     | .47                      | .31                   |
| 15     | .59                      | .44                   |
| 16     | .56                      | .38                   |
| 17     | .53                      | .56                   |
| 18     | .59                      | .44                   |
| 19     | .53                      | .44                   |
| 20     | .53                      | .56                   |
| 21     | .53                      | .44                   |
| 22     | .53                      | .56                   |
| 23     | .47                      | .31                   |
| 24     | .50                      | .50                   |
| 25     | .56                      | .63                   |

ค่าความเชื่อมั่น 0.88

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการ  
ทดลองทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เคมี เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) | ค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) |
|--------|--------------------------|-----------------------|
| 1      | .59                      | .44                   |
| 2      | .78                      | .44                   |
| 3      | .63                      | .50                   |
| 4      | .66                      | .56                   |
| 5      | .50                      | .63                   |
| 6      | .63                      | .63                   |
| 7      | .63                      | .38                   |
| 8      | .63                      | .25                   |
| 9      | .59                      | .31                   |
| 10     | .56                      | .38                   |
| 11     | .50                      | .25                   |
| 12     | .47                      | .56                   |
| 13     | .56                      | .50                   |
| 14     | .59                      | .44                   |
| 15     | .53                      | .44                   |
| 16     | .59                      | .44                   |
| 17     | .56                      | .25                   |
| 18     | .53                      | .44                   |
| 19     | .46                      | .31                   |
| 20     | .40                      | .31                   |
| 21     | .31                      | .37                   |
| 22     | .53                      | .44                   |
| 23     | .41                      | .31                   |
| 24     | .50                      | .50                   |
| 25     | .44                      | .25                   |

ค่าความเชื่อมั่น 0.89

ภาคผนวก ง

ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ และความเห็น  
ของนักศึกษาที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตาราง 10 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองจากผู้เชี่ยวชาญ เรื่องการวิเคราะห์สี

| รายการประเมิน                                 | ระดับความเห็น |        |           |              | คะแนน |        |
|-----------------------------------------------|---------------|--------|-----------|--------------|-------|--------|
|                                               | ดีมาก (4)     | ดี (3) | พอใช้ (2) | ปรับปรุง (1) | รวม   | ร้อยละ |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>                         |               |        |           |              |       |        |
| 1.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้               | / * #         |        |           |              | 12    | 100.00 |
| 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา                     | #             | / *    |           |              | 10    | 83.33  |
| 1.3 ความยากง่ายของบทเรียน                     | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| <b>2. ด้านสื่อการเรียนการสอน</b>              |               |        |           |              |       |        |
| 2.1 การนำเสนอบทเรียน                          | / * #         |        |           |              | 12    | 100.00 |
| 2.2 การสร้างความสนใจ                          | /             | * #    |           |              | 10    | 83.33  |
| 2.3 การจัดวางองค์ประกอบ                       | / * #         |        |           |              | 12    | 100.00 |
| 2.4 การใช้สีพื้น                              | #             | / *    |           |              | 10    | 83.33  |
| 2.5 ความเหมาะสมกับผู้เรียน                    | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.6 ความชัดเจนของภาพ                          |               | / * #  |           |              | 9     | 75.00  |
| 2.7 ความชัดเจนของอักษร                        | #             | / *    |           |              | 10    | 83.33  |
| 2.8 ความชัดเจนของเสียง                        | #             | / *    |           |              | 10    | 83.33  |
| 2.9 ความเหมาะสมของดนตรี                       |               | / * #  |           |              | 9     | 75.00  |
| <b>3. ด้านการนำไปใช้</b>                      |               |        |           |              |       |        |
| 3.1 ความสะดวกในการใช้บทเรียน                  | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| 3.2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| <b>4. พิจารณาโดยภาพรวม</b>                    |               |        |           |              |       |        |
| บทเรียนนี้มีคุณภาพอยู่ในระดับใด               | / * #         |        |           |              | 12    | 100.00 |
| รวม                                           | 100           | 60     |           |              | 160   | 88.89  |

ตาราง 11 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองจากผู้เชี่ยวชาญ เรื่องการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

| รายการประเมิน                                 | ระดับความเห็น |        |           |              | คะแนน |        |
|-----------------------------------------------|---------------|--------|-----------|--------------|-------|--------|
|                                               | ดีมาก (4)     | ดี (3) | พอใช้ (2) | ปรับปรุง (1) | รวม   | ร้อยละ |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>                         |               |        |           |              |       |        |
| 1.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้               | #             |        |           |              | 10    | 83.33  |
| 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา                     | #             | / *    |           |              | 10    | 83.33  |
| 1.3 ความยากง่ายของบทเรียน                     | #             | / *    |           |              | 10    | 83.33  |
| <b>2. ด้านสื่อการเรียนการสอน</b>              |               |        |           |              |       |        |
| 2.1 การนำเสนอบทเรียน                          | /             | * #    |           |              | 10    | 83.33  |
| 2.2 การสร้างความสนใจ                          |               | / * #  |           |              | 9     | 75.00  |
| 2.3 การจัดวางองค์ประกอบ                       | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.4 การใช้สีพื้น                              | # *           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.5 ความเหมาะสมกับผู้เรียน                    | #             | / *    |           |              | 10    | 83.33  |
| 2.6 ความชัดเจนของภาพ                          | / *           | #      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.7 ความชัดเจนของอักษร                        | # *           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.8 ความชัดเจนของเสียง                        | # *           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.9 ความเหมาะสมของดนตรี                       | # *           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| <b>3. ด้านการนำไปใช้</b>                      |               |        |           |              |       |        |
| 3.1 ความสะดวกในการใช้บทเรียน                  | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| 3.2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| <b>4. พิจารณาโดยภาพรวม</b>                    |               |        |           |              |       |        |
| บทเรียนนี้มีคุณภาพอยู่ในระดับใด               | * #           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| รวม                                           | 92            | 66     |           |              | 158   | 87.78  |

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองจากผู้เชี่ยวชาญ เรื่องการวิเคราะห์ความซับซ้อนและปริมาณซัลเฟต

| รายการประเมิน                                 | ระดับความเห็น |        |           |              | คะแนน |        |
|-----------------------------------------------|---------------|--------|-----------|--------------|-------|--------|
|                                               | ดีมาก (4)     | ดี (3) | พอใช้ (2) | ปรับปรุง (1) | รวม   | ร้อยละ |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>                         |               |        |           |              |       |        |
| 1.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้               | / * #         |        |           |              | 12    | 100.00 |
| 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา                     | #             | / *    |           |              | 10    | 83.33  |
| 1.3 ความง่ายของบทเรียน                        | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| <b>2. ด้านสื่อการเรียนการสอน</b>              |               |        |           |              |       |        |
| 2.1 การนำเสนอบทเรียน                          | /             | * #    |           |              | 10    | 83.33  |
| 2.2 การสร้างความสนใจ                          | /             | * #    |           |              | 10    | 83.33  |
| 2.3 การจัดวางองค์ประกอบ                       | / *           | #      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.4 การใช้สีพื้น                              | * #           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.5 ความเหมาะสมกับผู้เรียน                    | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.6 ความชัดเจนของภาพ                          | * #           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.7 ความชัดเจนของอักษร                        | * #           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.8 ความชัดเจนของเสียง                        | * #           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| 2.9 ความเหมาะสมของดนตรี                       | * #           | /      |           |              | 11    | 91.67  |
| <b>3. ด้านการนำไปใช้</b>                      |               |        |           |              |       |        |
| 3.1 ความสะดวกในการใช้บทเรียน                  | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| 3.2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน | / #           | *      |           |              | 11    | 91.67  |
| <b>4. พิจารณาโดยภาพรวม</b>                    |               |        |           |              |       |        |
| บทเรียนนี้มีคุณภาพอยู่ในระดับใด               | * # /         |        |           |              | 12    | 100.00 |
| รวม                                           | 116           | 48     |           |              | 164   | 91.11  |

ตาราง 13 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 การทดลอง

| รายการประเมิน                                 | การทดลองเรื่องการวิเคราะห์ |           |                       | คะแนน |        |
|-----------------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------------------|-------|--------|
|                                               | สี่                        | โล่ห์หนัก | ความขุ่นและ<br>ซีดเฟด | รวม   | ร้อยละ |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>                         |                            |           |                       |       |        |
| 1.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้               | 12                         | 10        | 12                    | 34    | 94.44  |
| 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา                     | 10                         | 10        | 10                    | 30    | 83.33  |
| 1.3 ความยากง่ายของบทเรียน                     | 11                         | 10        | 11                    | 32    | 88.89  |
| <b>2. ด้านสื่อการเรียนการสอน</b>              |                            |           |                       |       |        |
| 2.1 การนำเสนอบทเรียน                          | 12                         | 10        | 10                    | 32    | 88.89  |
| 2.2 การสร้างความสนใจ                          | 10                         | 9         | 10                    | 29    | 80.56  |
| 2.3 การจัดวางองค์ประกอบ                       | 12                         | 11        | 11                    | 34    | 94.45  |
| 2.4 การใช้สีพื้น                              | 10                         | 11        | 11                    | 32    | 88.89  |
| 2.5 ความเหมาะสมกับผู้เรียน                    | 11                         | 10        | 11                    | 32    | 88.89  |
| 2.6 ความชัดเจนของภาพ                          | 9                          | 11        | 11                    | 31    | 86.12  |
| 2.7 ความชัดเจนของอักษร                        | 10                         | 11        | 11                    | 32    | 88.89  |
| 2.8 ความชัดเจนของเสียง                        | 10                         | 11        | 11                    | 32    | 88.89  |
| 2.9 ความเหมาะสมของดนตรี                       | 9                          | 11        | 11                    | 31    | 86.12  |
| <b>3. ด้านการนำไปใช้</b>                      |                            |           |                       |       |        |
| 3.1 ความสะดวกในการใช้บทเรียน                  | 11                         | 11        | 11                    | 33    | 91.67  |
| 3.2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน | 11                         | 11        | 11                    | 33    | 91.67  |
| <b>4. พิจารณาโดยภาพรวม</b>                    |                            |           |                       |       |        |
| บทเรียนนี้มีคุณภาพอยู่ในระดับใด               | 12                         | 11        | 12                    | 35    | 97.22  |
| รวม                                           | 160                        | 158       | 164                   | 482   | 89.26  |

หมายเหตุ

/ คือ ผู้ประเมินคนที่ 1

# คือ ผู้ประเมินคนที่ 2

\* คือ ผู้ประเมินคนที่ 3

รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

อาจารย์วรรณกุล บำรุงสาลี

อาจารย์แสงนวล ศรีรัตนัชชาลัย

ตาราง 14 แสดงความคิดเห็นของนักศึกษาที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ เป็นรายบุคคล จำนวน 3 คน

| ข้อ | ข้อความ                                                              | ระดับความคิดเห็น |                |             | คะแนน |        |
|-----|----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|-------------|-------|--------|
|     |                                                                      | มาก<br>(3)       | ปานกลาง<br>(2) | น้อย<br>(1) | รวม   | ร้อยละ |
| 1   | คำสั่ง/คำชี้แจง ช่วยให้นักศึกษา<br>เกิดความเข้าใจในการใช้บท<br>เรียน | -                | 3              |             | 6     | 66.67  |
| 2   | การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของ<br>บทเรียนกระทำได้สะดวก                   | 3                | -              |             | 9     | 100.00 |
| 3   | สามารถเข้าและออกจากบท<br>เรียนได้ตามต้องการ                          | 3                | -              |             | 9     | 100.00 |
| 4   | บทเรียนนี้ใช้แทนการสอนของ<br>ครูได้                                  | -                | 3              |             | 6     | 66.67  |
| 5   | ความสะดวกเมื่อต้องการเรียน<br>เนื้อหาซ้ำ                             | 2                | 1              |             | 8     | 88.89  |
| 6   | เรียนรู้ได้ตามความสามารถของ<br>ตนเอง                                 | 1                | 2              |             | 7     | 77.78  |
| 7   | ขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย                                              | 2                | 1              |             | 8     | 88.89  |
| 8   | สีตัวอักษรทำให้อ่านเนื้อหาได้<br>ง่าย                                | 1                | 2              |             | 7     | 77.78  |
| 9   | สีพื้นจอทำให้อ่านเนื้อหาได้ง่าย                                      | 1                | 2              |             | 7     | 77.78  |
| 10  | ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อ<br>หาได้ง่าย                             | 1                | 2              |             | 7     | 77.78  |
| 11  | เนื้อหาบทเรียนอ่านเข้าใจง่าย                                         | -                | 3              |             | 6     | 66.67  |
| 12  | เนื้อหาเหมาะสมกับวัยของผู้<br>เรียน                                  | 1                | 2              |             | 7     | 77.78  |
| 13  | ระยะเวลาในการเรียนเหมาะสม<br>กับเนื้อหาบทเรียน                       | 2                | 1              |             | 8     | 88.89  |

ตาราง 14 (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความ                                        | ระดับความคิดเห็น |                |             | คะแนน |        |
|-----|------------------------------------------------|------------------|----------------|-------------|-------|--------|
|     |                                                | มาก<br>(3)       | ปานกลาง<br>(2) | น้อย<br>(1) | รวม   | ร้อยละ |
| 14  | ระยะเวลาในการเรียนเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน     | 3                | -              |             | 9     | 100.00 |
| 15  | พอใจเมื่อทราบผลการทดลองและผลการทำแบบฝึกหัดย่อย | -                | 3              |             | 6     | 66.67  |
| 16  | ขณะเรียนสบายใจกว่ามีครูผู้สอน                  | 1                | 2              |             | 7     | 77.78  |
| 17  | มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น            | -                | 3              |             | 6     | 66.67  |
| 18  | ต้องการเรียนบทเรียนลักษณะนี้กับเรื่องอื่นอีก   | 1                | 2              |             | 7     | 77.78  |
| รวม |                                                | 22               | 86             |             | 130   | 80.25  |

ตาราง 15 แสดงความคิดเห็นของนักศึกษาที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ เป็นรายบุคคล จำนวน 9 คน

| ข้อ | ข้อความ                                                      | ระดับความคิดเห็น |                |             | คะแนน |        |
|-----|--------------------------------------------------------------|------------------|----------------|-------------|-------|--------|
|     |                                                              | มาก<br>(3)       | ปานกลาง<br>(2) | น้อย<br>(1) | รวม   | ร้อยละ |
| 1   | คำสั่ง/คำชี้แจง ช่วยให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจในการใช้บทเรียน | 7                | 2              |             | 25    | 92.59  |
| 2   | การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำได้สะดวก               | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 3   | สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้องการ                      | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 4   | บทเรียนนี้ใช้แทนการสอนของครูได้                              | 5                | 4              |             | 23    | 85.19  |
| 5   | ความสะดวกเมื่อต้องการเรียนเนื้อหาซ้ำ                         | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 6   | เรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง                             | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 7   | ขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย                                      | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 8   | สีตัวอักษรทำให้อ่านเนื้อหาได้ง่าย                            | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 9   | สีพื้นจอทำให้อ่านเนื้อหาได้ง่าย                              | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 10  | ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย                         | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 11  | เนื้อหาบทเรียนอ่านเข้าใจง่าย                                 | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 12  | เนื้อหาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                              | 6                | 3              |             | 24    | 88.89  |
| 13  | ระยะเวลาในการเรียนเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน                   | 7                | 2              |             | 25    | 92.59  |

ตาราง 15 (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความ                                        | ระดับความคิดเห็น |                |             | คะแนน |        |
|-----|------------------------------------------------|------------------|----------------|-------------|-------|--------|
|     |                                                | มาก<br>(3)       | ปานกลาง<br>(2) | น้อย<br>(1) | รวม   | ร้อยละ |
| 14  | ระยะเวลาในการเรียนเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน     | 7                | 2              |             | 25    | 92.59  |
| 15  | พอใจเมื่อทราบผลการทดลองและผลการทำแบบฝึกหัดย่อย | 9                | -              |             | 27    | 100.00 |
| 16  | ขณะเรียนสบายใจกว่ามีครูผู้สอน                  | 6                | 3              |             | 24    | 88.89  |
| 17  | มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น            | 5                | 4              |             | 23    | 85.19  |
| 13  | ต้องการเรียนบทเรียนลักษณะนี้กับเรื่องอื่นอีก   | 6                | 3              |             | 24    | 88.89  |
| รวม |                                                | 139              | 23             |             | 463   | 95.27  |

ภาคผนวก จ

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลอง  
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาก่อนและหลังจากได้รับการสอนด้วย  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง

ตาราง 16 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาก่อนและหลังจากที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง

| คนที่ | คะแนน     |           | ผลต่างของคะแนน |
|-------|-----------|-----------|----------------|
|       | ก่อนทดลอง | หลังทดลอง |                |
| 1     | 6.0       | 15.5      | 9.5            |
| 2     | 10.5      | 11.5      | 1.0            |
| 3     | 7.0       | 17.0      | 10.0           |
| 4     | 6.0       | 17.0      | 11.0           |
| 5     | 6.0       | 16.0      | 10.0           |
| 6     | 3.0       | 9.0       | 6.0            |
| 7     | 10.5      | 16.5      | 6.0            |
| 8     | 7.5       | 14.5      | 7.0            |
| 9     | 8.5       | 22.0      | 13.5           |
| 10    | 1.5       | 10.5      | 9.0            |
| 11    | 3.0       | 1.0       | 2.0            |
| 12    | 5.0       | 12.0      | 7.0            |
| 13    | 4.5       | 18.0      | 13.5           |
| 14    | 7.5       | 16.0      | 8.5            |
| 15    | 6.5       | 12.5      | 6.0            |
| 16    | 14.0      | 12.0      | 2.0            |
| 17    | 7.0       | 18.5      | 11.5           |
| 18    | 4.5       | 13.0      | 8.5            |
| 19    | 11.0      | 22.5      | 11.5           |

ตาราง 17 แสดงคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ก่อนและหลังจากที่ได้  
รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง

| คนที่ | คะแนน     |           | ผลต่างของคะแนน |
|-------|-----------|-----------|----------------|
|       | ก่อนทดลอง | หลังทดลอง |                |
| 1     | 1.5       | 15.0      | 13.5           |
| 2     | 1.0       | 14.5      | 13.5           |
| 3     | 4.0       | 16.5      | 12.5           |
| 4     | 1.5       | 15.0      | 13.5           |
| 5     | 1.0       | 13.0      | 12.0           |
| 6     | 3.0       | 12.0      | 9.0            |
| 7     | 2.5       | 9.5       | 7.0            |
| 8     | 1.5       | 15.5      | 14.0           |
| 9     | 3.5       | 16.0      | 12.5           |
| 10    | 4.0       | 12.0      | 8.0            |
| 11    | 2.0       | 14.0      | 12.0           |
| 12    | 3.0       | 14.5      | 11.5           |
| 13    | 1.5       | 16.0      | 14.5           |
| 14    | 1.0       | 14.5      | 13.5           |
| 15    | 4.5       | 14.5      | 10.0           |
| 16    | 6.0       | 10.0      | 4.0            |
| 17    | 1.5       | 16.0      | 14.5           |
| 18    | 1.0       | 10.0      | 9.0            |
| 19    | 3.5       | 18.0      | 14.5           |

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง  
เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

## คู่มือการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง

### เรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ บรรจุอยู่ในแผ่นซีดีรอม 1 แผ่น ประกอบด้วยการทดลอง 3 เรื่อง คือ

1. การวิเคราะห์สี
2. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก
3. การวิเคราะห์ความขุ่นและปริมาณซัลเฟต

ใช้ Run บน Windows 95 การ run โปรแกรมจะ Run จากฮาร์ดดิสก์หรือ Run จากแผ่นซีดีรอมก็ได้

#### คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์

1. RAM อย่างน้อย 16 MB
2. จอ VGA หรือ SVGA 256 สีขึ้นไป ความละเอียด 800x600
3. ระบบปฏิบัติการ Windows 95 ขึ้นไป (ถ้าเป็น Windows 3.11 อาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบตัวอักษร

4. ใช้ Mouse ในการสั่งงาน
5. มีช่องอ่านแผ่นซีดี
6. มีลำโพงหรือหูฟัง

#### การติดตั้งโปรแกรม (Install)

1. สร้างไดเรกทอรีใหม่ชื่อใดก็ได้ แล้วแต่ผู้ใช้งาน เช่นตั้งชื่อว่า CAI จะได้ว่า C:\CAI
2. ใส่แผ่นซีดีที่ช่องอ่านซีดี (CD - Drive)
3. คัดลอกโปรแกรม (Copy) จากไดรฟ์ D ลงในไดเรกทอรีที่ตั้งใหม่นี้โดยเปิดที่ Program เลือก Explorer คลิกที่ d:\Project – Pack คลิกขวาค้างไว้ลากมาปล่อยที่ C:\CAI

#### การ Run โปรแกรม ทำได้ 3 วิธีคือ

1. การ Run จากแผ่นซีดี
  - 1.1 ใส่แผ่นซีดีในช่องอ่านซีดี (CD – Drive)
  - 1.2 ดับเบิ้ลคลิกที่ My Computer

1.3 ดับเบิลคลิกที่ไดรฟ์ D

1.4 ดับเบิลคลิกที่ Project – Pack

1.5 ดับเบิลคลิกที่ Run

1.6 หน้าจอจะขึ้นว่า Loading และจากนั้นจะเข้าสู่โปรแกรม ให้เลือกการทดลองที่จะทำการศึกษาได้

2. การ Run จากฮาร์ดดิสก์

2.1 ดับเบิลคลิกที่ My Computer

2.2 ดับเบิลคลิกที่ไดรฟ์ C

2.3 ดับเบิลคลิกที่ไดเรกทอรีที่สร้างไว้ ในตัวอย่างนี้ดับเบิลคลิกที่ไดเรกทอรี CAI

2.4 ดับเบิลคลิกที่ Project – Pack

2.5 ดับเบิลคลิกที่ Run

2.6 หน้าจอจะขึ้นว่า Loading และจากนั้นจะเข้าสู่โปรแกรม ให้เลือกการทดลองที่จะทำการศึกษาได้

3. Run ที่ไอคอนเริ่ม (Start)

3.1 คลิกที่ไอคอนเริ่ม (Start) ที่มุมซ้ายด้านล่าง

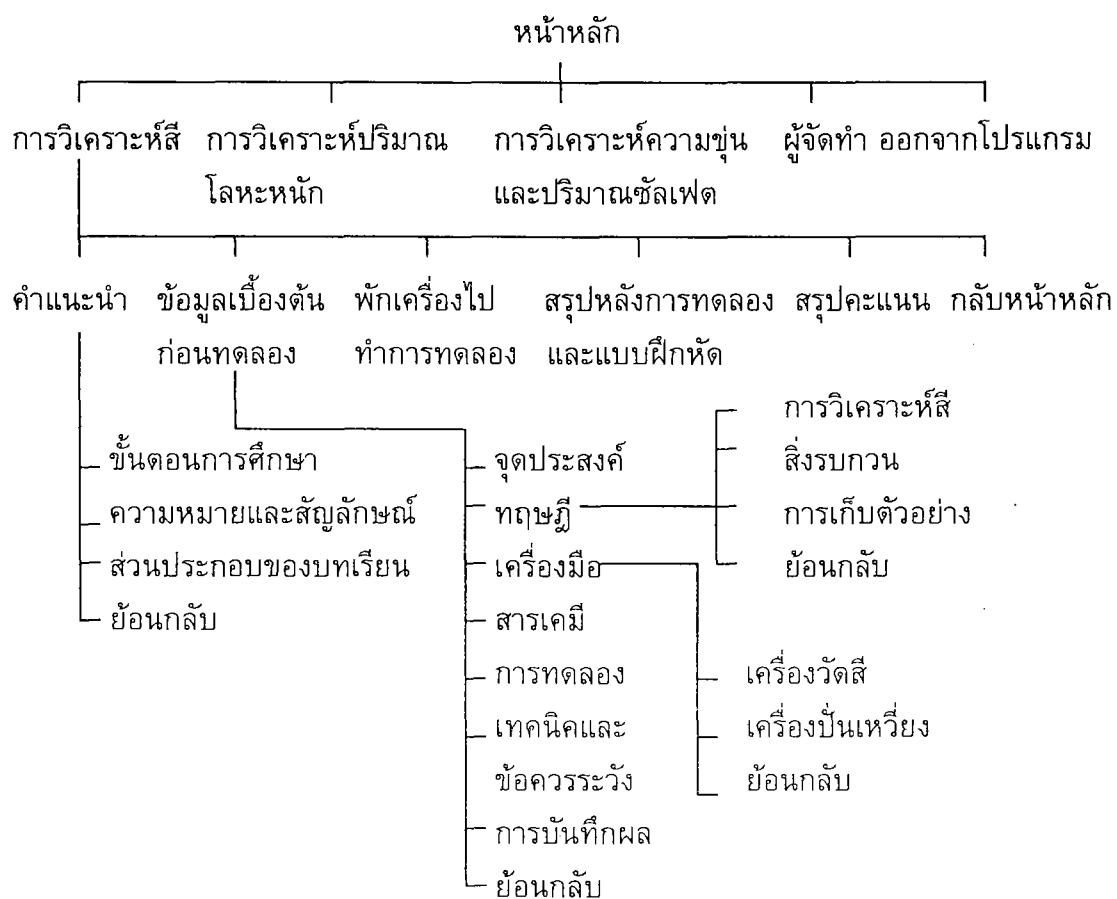
3.2 เลือก Run

3.3 พิมพ์ชื่อ File ที่ต้องการ Run ในช่อง Open

3.4 ในตัวอย่างนี้พิมพ์ว่า C:\CAI\Project-Package\run.exe

ภาคผนวก ข  
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพประกอบ 3 แสดงแผนผังของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น



# MENU



การทดลองที่ 8

## การวิเคราะห์สี

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

การวิเคราะห์ความขุ่นและหาปริมาณซิลเฟต

: ผู้จัดทำ

ออกจากโปรแกรม

การวิเคราะห์

- คำแนะนํ
- ข้อมูลเบื้องต้น
- ก่อนการทดลอง
- พักเครื่องไป
- ทำการทดลอง
- สรุปผลการทดลอง
- และแผนผัง
- สรุปผล
- เก็บข้อมูล

# CENTRIFUGES

Start | Microsoft... 000529... subject2 | 11:12

การวิเคราะห์

ขั้นตอนการปฏิบัติ

ความหมาย  
และสัญลักษณ์

อุปกรณ์

ขั้นตอน

Start | [Icons] | Microsoft... | 000529... | หน้า 2 | [Icons] | 11:27

การวิเคราะห์นี้

ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า

ความหมายและสัญลักษณ์

คุณสมบัติ

ข้อบกพร่อง

## ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนนี้นักศึกษา

จะใช้เวลาประมาณ 30 นาที

เพื่อศึกษาจุดประสงค์การทดลอง

ทฤษฎี การใช้เครื่องมือ สารเคมี และร่วมกัน

ออกแบบ การทดลอง โดยนักศึกษาจะใช้

คอมพิวเตอร์ 1 คน / เครื่อง

ห้องคอมพิวเตอร์

ห้องปฏิบัติการเคมี

ห้องคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์

ขั้นตอนการศึกษา

ความหมาย  
และสัญลักษณ์

ส่วนประกอบ

ย้อนกลับ

ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนนี้นักศึกษา  
จะใช้เวลาประมาณ 2 คาบ หรือ  
1 ชั่วโมง 40 นาที นักศึกษาจะต้องเปิด  
อุปกรณ์ สารเคมี และทำการทดลอง  
ตามที่ได้ร่วมกันออกแบบไว้

ห้องคอมพิวเตอร์

ห้องปฏิบัติการเคมี

ห้องรวมฟิสิกส์

การวิเคราะห์

ขั้นตอนการศึกษา

ความหมาย  
และสัญลักษณ์

ส่วนประกอบ

ย้อนกลับ

ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนนี้นักศึกษา  
จะใช้เวลาประมาณ 20 นาที  
เพื่อศึกษาส่วนสรุปบทเรียน และ  
ทำแบบฝึกหัด จากนั้นนักศึกษา  
ส่งข้อมูลดิบที่อาจารย์  
ผู้ควบคุมการทดลอง

ห้องคอมพิวเตอร์

ห้องปฏิบัติการเคมี

ห้องรวมฟิสิกส์



**การวิเคราะห์**

ขั้นตอนการศึกษา

ความหมาย  
และสัญลักษณ์

ส่วนประกอบ

ย้อนกลับ

### ความหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์

|                                                                                   |  |         |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|---------|-----------------------|
|  |  | หมายถึง | ย้อนกลับหน้าที่ผ่านมา |
|  |  | หมายถึง | ไปหน้าต่อไป           |
|  |  | หมายถึง | กลับไปหน้าหลัก        |
|  |  | หมายถึง | กลับไปหัวข้อหลัก      |





**การวิเคราะห์**

ขั้นตอนการศึกษา

ความหมาย  
และสัญลักษณ์

ส่วนประกอบ

ย้อนกลับ

### โครงสร้างบทเรียน

|           |                                                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ส่วนที่ 1 | จุดประสงค์<br>ทฤษฎี<br>เครื่องมือ<br>สารเคมี<br>การทดลอง<br>เทคนิคและข้อควรระวัง<br>การบันทึกผล |
| ส่วนที่ 2 | นักศึกษาทำการทดลอง และบันทึกผล                                                                  |
| ส่วนที่ 3 | สรุป<br>แบบฝึกหัด                                                                               |
| ส่วนที่ 4 | ดูคะแนนสะสม                                                                                     |





**การวิเคราะห์**

**ย้อนกลับ**

### สรุปคะแนนแบบทดสอบ

| หัวข้อเรื่อง            | คะแนนที่ได้ |
|-------------------------|-------------|
| ทฤษฎี                   | 1/2         |
| เครื่องมือ              | 0/2         |
| สารเคมี                 | 0/2         |
| การทดลอง                | 1/2         |
| เทคนิคและข้อควรระวัง    | 0/2         |
| การบันทึกผล             | 0/2         |
| แบบฝึกหัดท้ายบท (10ข้อ) | 0/10        |

←
→



**การวิเคราะห์**

**ย้อนกลับ**

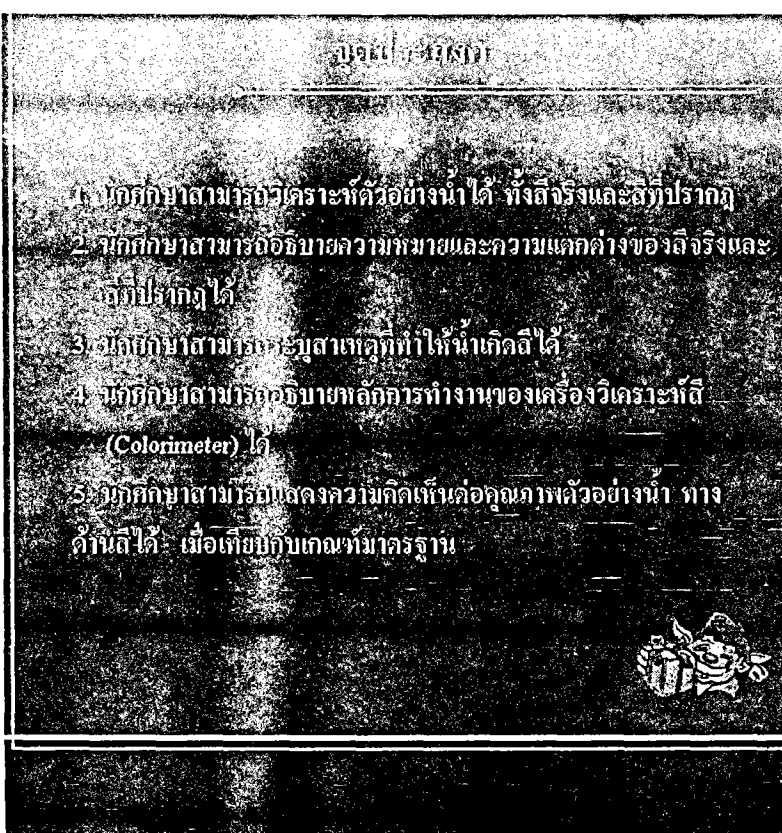
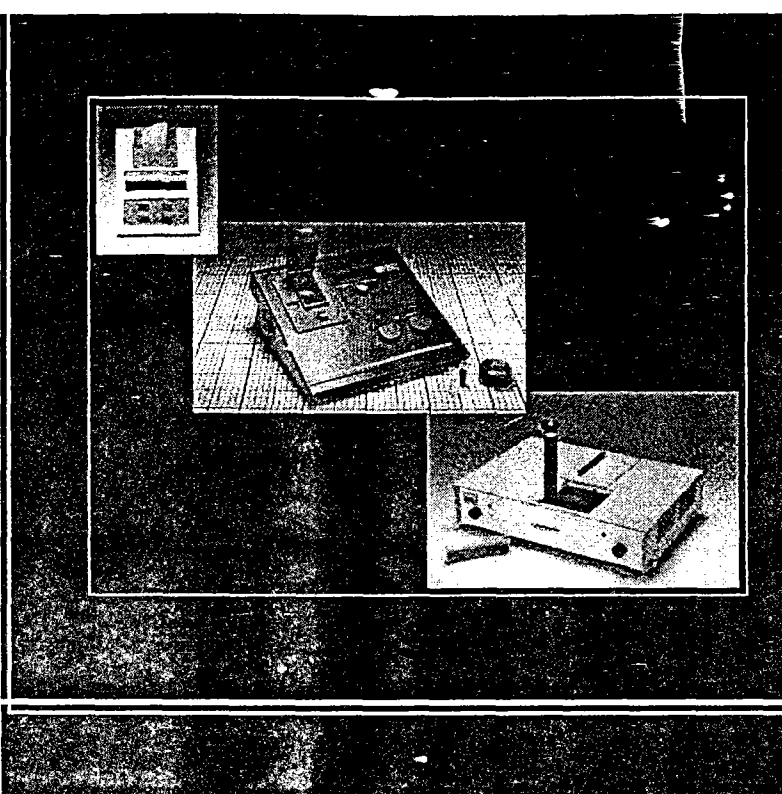
### สรุปคะแนนแบบทดสอบ

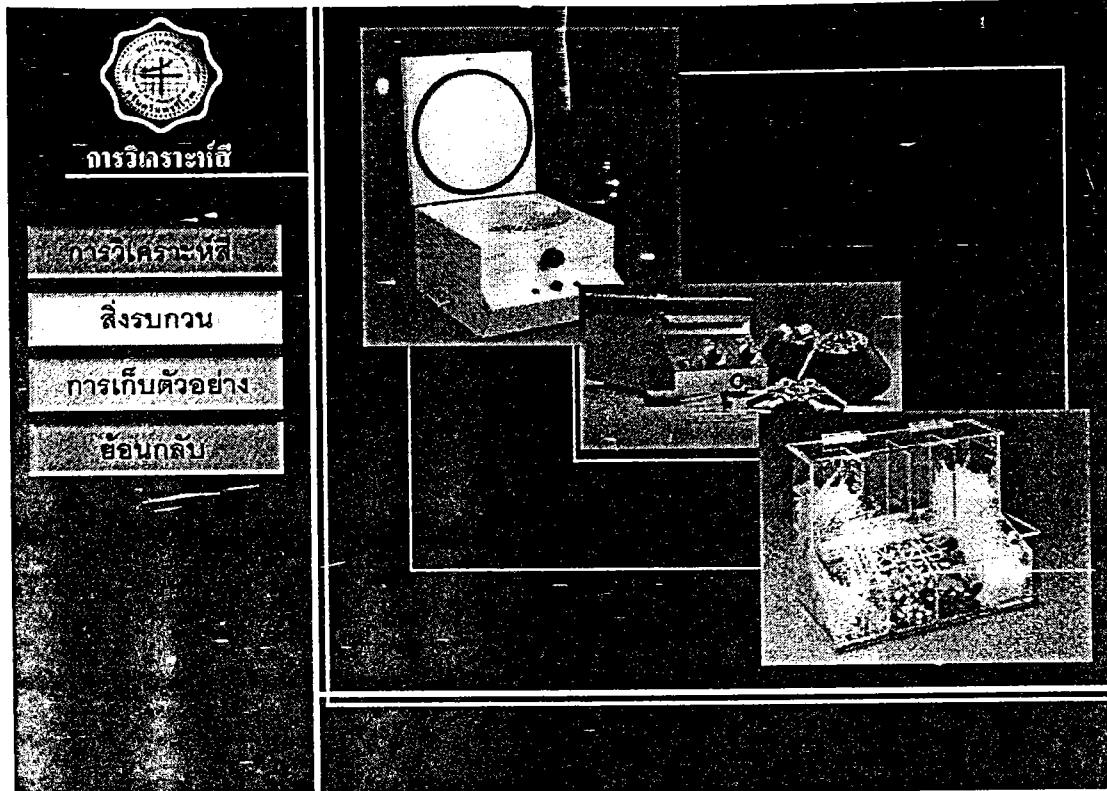
จากคำถามที่กล่าวว่า :

จากการศึกษาทฤษฎีนักศึกษาคิดว่าสารเคมีที่ใช้ในการทดลองนี้  
จะต้องใช้สารใดบ้าง

คำตอบของนักศึกษาคือ :

←
→







**การวิเคราะห์**

**การวิเคราะห์**

**สิ่งรบกวน**

**การเก็บตัวอย่าง**

**ย้อนกลับ**

### การวิเคราะห์

สี (Color).

สีของน้ำธรรมชาติมักเป็นสีเหลืองหรือสีเทา เกิดขึ้นจากการเน่าเปื่อยของพืช ซึ่งมีสารลิกนิน (Lignin) เป็นส่วนประกอบ เมื่อสลายตัวจะให้สารแทนนิน (Tannin) กรดฮิวมิก (Humic Acid) และสารฮิวเมต (Humates) ซึ่งให้สีเหลืองเทา นอกจากนี้สีของน้ำยังอาจเกิดจากอ็อกไซด์ของโลหะในน้ำ เช่น เหล็ก แมงกานีส และจากการปนเปื้อนของน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม

สีธรรมชาติจะไม่เป็นพิษต่อผู้บริโภคน้ำ แต่ทำให้ดูไม่น่าบริโภค

←
→



**การวิเคราะห์**

**การวิเคราะห์สี**

**สิ่งรบกวน**

**การเก็บตัวอย่าง**

**ย้อนกลับ**

### การวิเคราะห์สี

มาตรฐานการวัดสีได้กำหนดไว้ว่า 1 mg/l ของ Pt ในรูป  $K_2PtCl_6$  จะมีสี 1 Unit Color โดยปกติแล้วจะเตรียม Stock Solution ของแพลตตินัม (Pt) ซึ่งมี 500 mg/l ของ Pt แล้วเติม โคบอลต์คลอไรด์ลงไปเพื่อให้ได้คล้ายธรรมชาติมากที่สุด จากนั้นก็เตรียมอนุกรมของ Standard ซึ่งมีความเข้มของสีต่าง ๆ กัน โดยการทำการเจือจาง และมักใช้ช่วงตั้งแต่ 0 - 70 Units

⏪
⏩



**การวิเคราะห์**

**การวิเคราะห์สี**

**สิ่งรบกวน**

**การเก็บตัวอย่าง**

**ย้อนกลับ**

### การวิเคราะห์สี

ตารางแสดงการเจือจางสารละลายมาตรฐาน จากสารละลาย 500 หน่วย

| ปริมาณสารละลายมาตรฐานเจือจาง<br>ให้เป็น 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น (มล.) | สีในหน่วยของ<br>คอปเปอร์ โซลิวชัน |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 0.5                                                               | 5                                 |
| 1.0                                                               | 10                                |
| 2.0                                                               | 20                                |
| 3.0                                                               | 30                                |
| 4.0                                                               | 40                                |
| 5.0                                                               | 50                                |
| 6.0                                                               | 60                                |
| 7.0                                                               | 70                                |

⏪
⏩



การวิเคราะห์

การวิเคราะห์

สิ่งรบกวน

การเก็บตัวอย่าง

ย้อนกลับ

## สิ่งรบกวน

สิ่งรบกวน ในการวิเคราะห์ก็ มักเกิดขึ้น  
กับการวิเคราะห์ที่ปรากฏ เนื่องจากของแข็ง  
แขวนลอยที่อยู่ในน้ำ ถ้าของแข็งมีขนาดใหญ่  
จะทำให้การอ่านค่าไม่คงที่ เนื่องจากของแข็ง  
ตกตะกอนเร็ว และขวางทางเดินแสง



การวิเคราะห์

การวิเคราะห์

สิ่งรบกวน

การเก็บตัวอย่าง

ย้อนกลับ

## การเก็บตัวอย่าง

การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำ

ต้องเก็บตัวอย่างน้ำในภาชนะแก้วที่สะอาด  
และทำการวิเคราะห์ทันที เพราะการทิ้งไว้อาจ  
ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพหรือกายภาพ  
ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีได้ แต่ถ้า  
ไม่สามารถทำได้ จะต้องเก็บไว้ในตู้เย็นที่ 4 °C





**การวิเคราะห์**

การวิเคราะห์

สิ่งรบกวน

การเก็บตัวอย่าง

ย้อนกลับ

### แบบฝึกหัด

1. น้ำดื่มจะมีดี นักศึกษาคิดว่าน่าจะเป็นชนิดใด

- ☐ ก. ดีจริง
- ☐ ข. ดีปรากฏ
- ☐ ค. ทั้งดีจริงและดีปรากฏ
- ☐ ง. ดีจาก โรงงานอุตสาหกรรม

←
→



**การวิเคราะห์**

การวิเคราะห์

สิ่งรบกวน

การเก็บตัวอย่าง

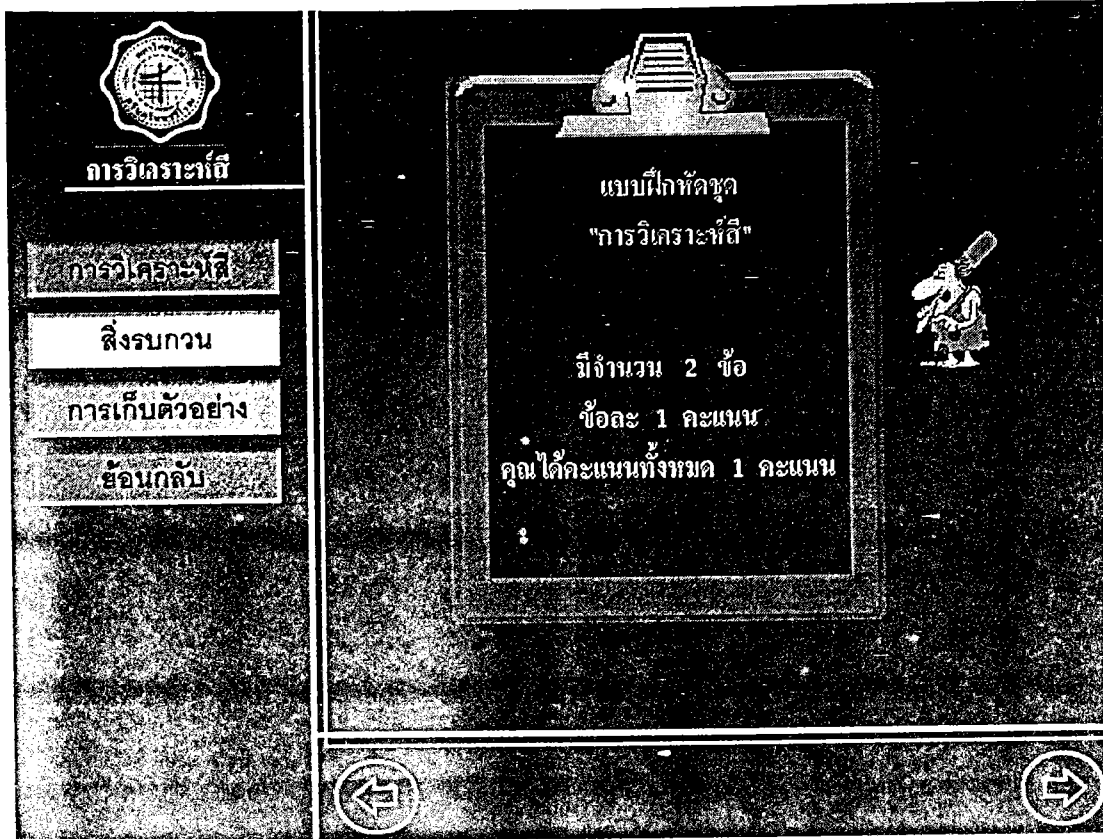
ย้อนกลับ

### แบบฝึกหัด

2. โรงงานอุตสาหกรรมประเภทใด น่าจะมีปัญหาเรื่องการจัดตั้งของน้ำทิ้งน้อยที่สุด

- ☐ ก. โรงงานสิ่งทอ
- ☐ ข. โรงงานฟอกหนัง
- ☐ ค. โรงฆ่าสัตว์
- ☐ ง. โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

←
→







การวิเคราะห์

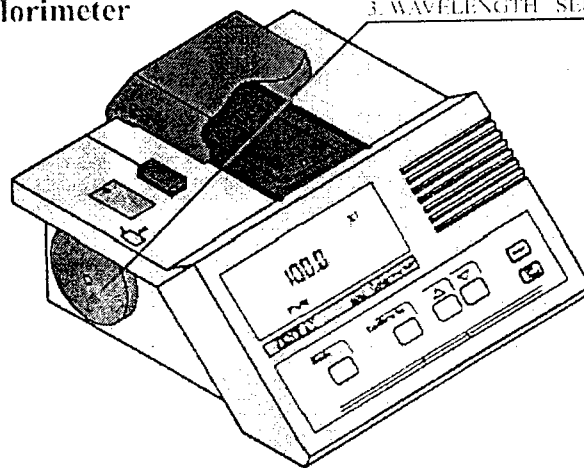
เครื่องวัดสี

เครื่องปั่นเหวี่ยง

ย้อนกลับ

Colorimeter

3. WAVELENGTH SELECT



การวิเคราะห์

เครื่องวัดสี

เครื่องปั่นเหวี่ยง

ย้อนกลับ

เครื่องวัดสี

สี (Colorimetric)

ช่วงความยาวคลื่น : 340 - 800 นาโนเมตร  
 ช่วงการวัด : 0 - 100.0 % Transmittance  
 0 - 1.999 Absorbance  
 0.1 - 1,000 Concentration  
 ความคลาดเคลื่อน : 0.1%T  
 0.01Abs  
 0.1 - 1 Conc.  
 อุ่นเครื่อง : 15 นาที  
 แหล่งกำเนิดแสง : หลอดทังสแตน



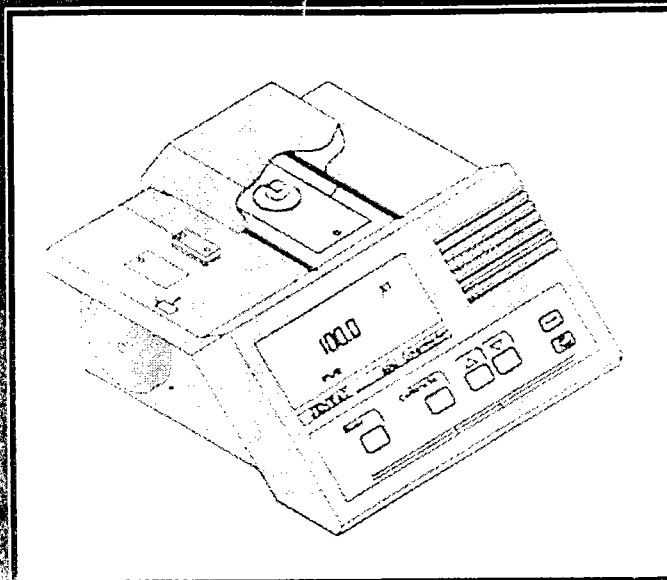


การวิเคราะห์

เครื่องวัดสี

เครื่องปั่นเหวี่ยง

ย้อนกลับ



ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดสี

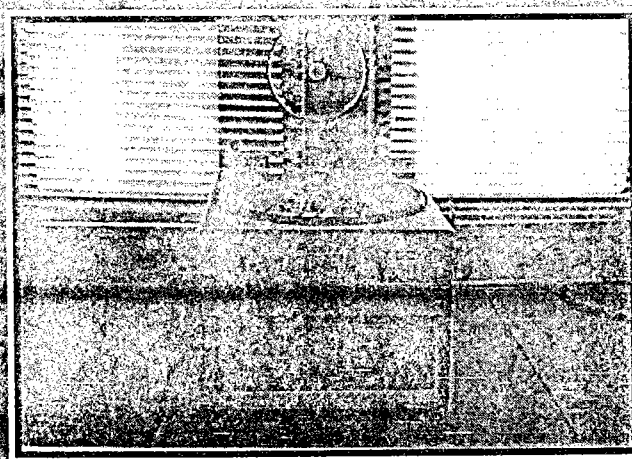


การวิเคราะห์

เครื่องวัดสี

เครื่องปั่นเหวี่ยง

ย้อนกลับ



เครื่องปั่นเหวี่ยงหรือเขย่าตัวอย่าง





**การวิเคราะห์**

- จุดประสงค์
- ทฤษฎี
- เครื่องมือ
- สารเคมี
- การทดลอง**
- เทคนิคและข้อควรระวัง
- การบันทึกผล
- ย้อนกลับ

## การทดลอง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

นักศึกษาอาจอธิบายขั้นตอนการทดลองโดยสังเขป

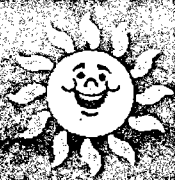
**บันทึก**



**การวิเคราะห์**

- จุดประสงค์
- ทฤษฎี
- เครื่องมือ
- สารเคมี
- การทดลอง**
- เทคนิคและข้อควรระวัง
- การบันทึกผล
- ย้อนกลับ

## วิธีการทดลอง



1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน 500 มก/ลิ
2. เตรียมอุปกรณ์ของสารละลายมาตรฐานที่ 0-70 มก/ลิ
3. ทำกราฟการดูดกลืนแสงที่สูงสุดโดยเปลี่ยนความยาวคลื่น ไปเรื่อยๆ จนได้ค่าการดูดกลืนที่สูงที่สุด และใช้ค่าความยาวคลื่นในการวัด
4. วัดค่าของสีที่แท้จริงและสีที่ปรากฏโดยสีจริงให้น้ำที่ผ่านกรวยปิ้งแก้วทิ้งแล้ว ส่วนสีที่ปรากฏให้น้ำที่เก็บมา โดยตรง
5. นำตัวอย่างที่จะวัดสีใส่ลงแก้วเวทแล้ววัดเทียบกับอนุกรมของสารมาตรฐาน

คลิกเมาส์ที่อ่านจบ



**การวิเคราะห์**

จุดประสงค์

ทฤษฎี

**เครื่องมือ**

สารเคมี

การทดลอง

เทคนิค

การบันทึกผล

ย้อนกลับ

### แบบฝึกหัด

1. ในการเตรียมอนุกรมของสารละลายมาตรฐาน นักศึกษาควรใช้อุปกรณ์ใด ในการเจือจางสารละลาย

- ก) กระจกควง และปิเกตอร์
- ข) กระจกควง และขวดวัดปริมาตร
- ค) ปิเปต และปิเกตอร์
- ง) ปิเปต และขวดวัดปริมาตร



**การวิเคราะห์**

จุดประสงค์

ทฤษฎี

**เครื่องมือ**

สารเคมี

การทดลอง

เทคนิค

การบันทึกผล

ย้อนกลับ

### แบบฝึกหัด

2. ในการเตรียมอนุกรมของสารละลายมาตรฐาน นักศึกษาควรใช้อุปกรณ์ใด ในการเจือจางสารละลาย

- ก) กระจกควง และปิเกตอร์
- ข) กระจกควง และขวดวัดปริมาตร
- ค) ปิเปต และปิเกตอร์
- ง) ปิเปต และขวดวัดปริมาตร



**การวัดระยะที่ ๒**

จุดประสงค์

ทฤษฎี

เครื่องมือ

สารเคมี

การทดลอง

เทคนิค และ ข้อควรระวัง

การบันทึกผล

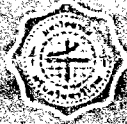
ย้อนกลับ

## เทคนิคและข้อควรระวัง

### เครื่องมือและการทดลอง

1. การวัดที่จะให้ผลถูกต้องแม่นยำมากที่สุด ควรปรับตั้งเครื่อง (Calibrate) ทุกครั้งก่อนการใช้งาน
2. เปิดปิดฝาเครื่องในส่วนที่ใส่ถั่วเหลืองทุกครั้งที่ทำารวัด เพื่อป้องกันแสงจากภายนอก
3. ถั่วเหลืองที่ใส่ใหม่จากสโตร์ไม่สามารถใช้ได้กับสารอินทรีย์

⏪
⏩



**การวัดระยะที่ ๒**

จุดประสงค์

ทฤษฎี

เครื่องมือ

สารเคมี

การทดลอง

เทคนิค และ ข้อควรระวัง

การบันทึกผล

ย้อนกลับ

## เทคนิคและข้อควรระวัง

### เครื่องมือและการทดลอง

4. เพื่อใช้ถั่วเหลืองที่ผ่านการวัดและให้ออกใหม่ในการวัดครั้งต่อไป จะต้องนำถั่วเหลืองที่วัดแล้วมาตากแห้ง โดยต้องแน่ใจว่าไม่มีรอยชื้นที่ติดหรือการวัดที่ผิดพลาดของพื้นที่วัดถั่วเหลือง จากการทำความสะอาด
5. การแยกถั่วเหลืองและสีปรางค์ ถั่วเหลืองที่วัดแล้ว ให้ใส่ลงในภาชนะที่สะอาดและปิดฝาให้สนิท ปริมาณถั่วเหลืองที่ใส่ให้เท่ากัน
6. การใส่ถั่วเหลืองลงในช่องวัดที่เครื่องให้ใส่ลงไปช้า ๆ เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่อง และจะทำให้เครื่องมือเสียหาย

⏪
⏩



**การวิเคราะห์**

จุดประสงค์

ทฤษฎี

เครื่องมือ

สารเคมี

การทดลอง

เทคนิคและวิธีการวิจัย

การบันทึกผล

ย้อนกลับ



## คำแนะนำการเขียนรายงานผลการทดลอง

รายงานผลการทดลองควรประกอบด้วย

ส่วนประกอบหลักๆดังนี้

ส่วนนำ

ส่วนผลการทดลอง

ส่วนสรุป

←
→



**การวิเคราะห์**

จุดประสงค์

ทฤษฎี

เครื่องมือ

สารเคมี

การทดลอง

เทคนิคและวิธีการวิจัย

การบันทึกผล

ย้อนกลับ



## ส่วนนำ

การทดลองที่ 3

การหาค่าหนักโมเลกุลของสารโดยการลดความดันแข็ง

ชื่อผู้ทำการทดลอง..... รหัสประจำตัว.....

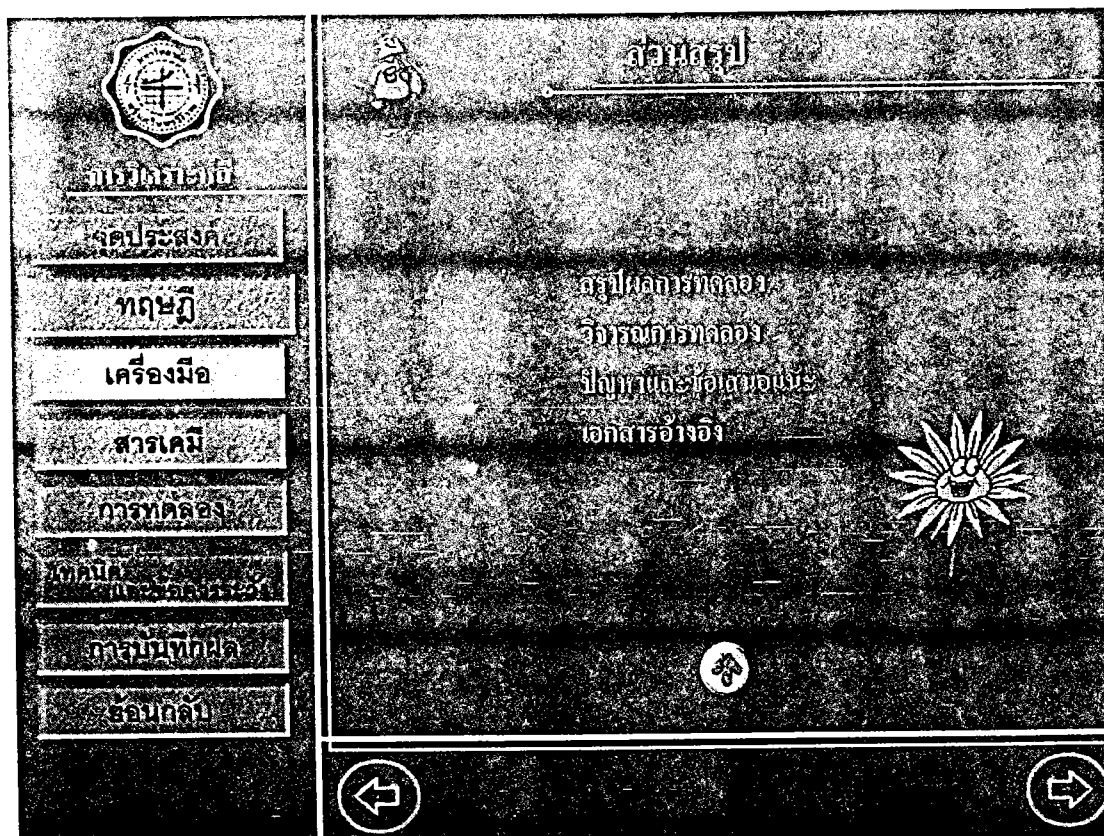
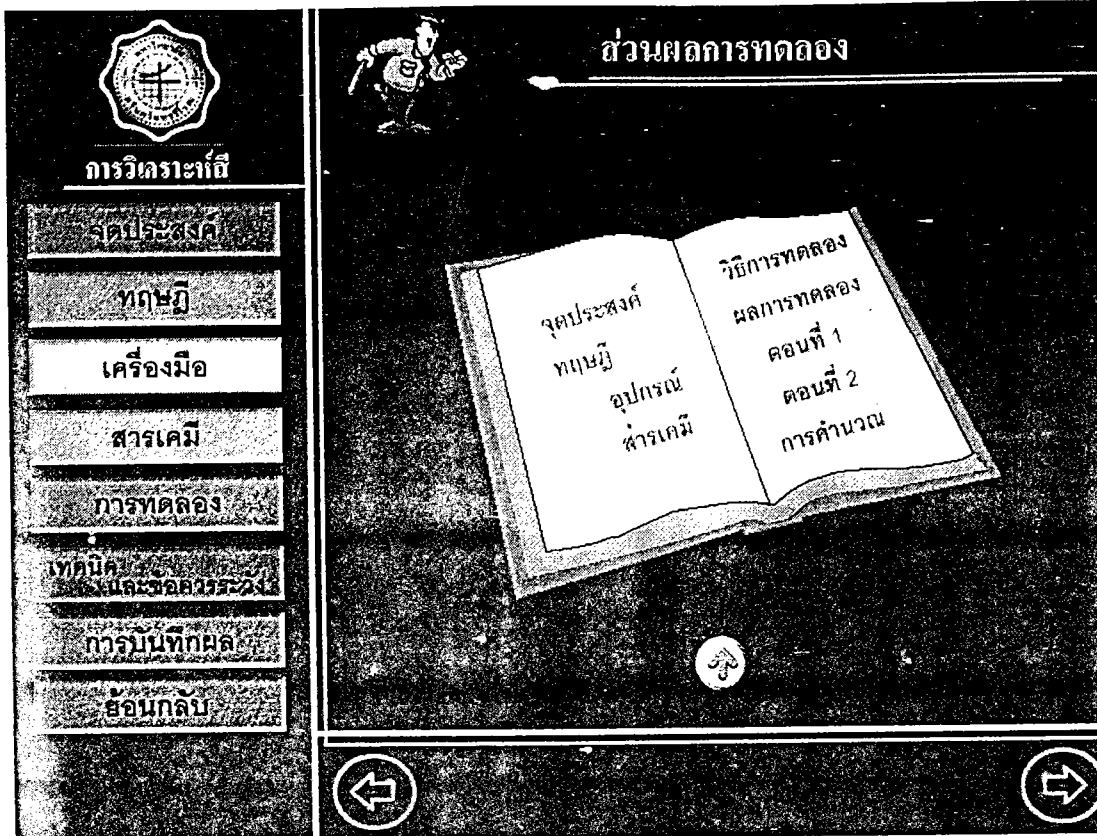
ชื่อผู้ร่วมทำการทดลอง 1..... รหัสประจำตัว.....

2..... รหัสประจำตัว.....

กลุ่มที่..... ตอนที่..... วันที่ทำการทดลอง..... เวลา.....

อาจารย์ผู้ควบคุมการทดลอง.....

←
→





**การวิเคราะห์**

จุดประสงค์

ทฤษฎี

เครื่องมือ

สารเคมี

การทดลอง

เทคนิคการวิเคราะห์

การบันทึกผล

อันกลับ

### การรายงานผล

สิ่งที่เกิดขึ้นในน้ำมีความสัมพันธ์กับที่ไอหมอกดังนั้น

ในการรายงานนี้ของน้ำต้องบอกด้วยว่าที่ไออะไร

รายงานเป็น หน่วยตัวเลขจำนวนเต็มรวมทั้งแยกของแข็ง

ที่แขวนลอย เช่นค่าตัวเลขต่างๆที่ใช้ใน

การเหวี่ยงให้ตกก่อน



⏪
⏩



**การวิเคราะห์**

จุดประสงค์

ทฤษฎี

เครื่องมือ

สารเคมี

การทดลอง

เทคนิคการวิเคราะห์

การบันทึกผล

อันกลับ

### แบบฝึกหัด

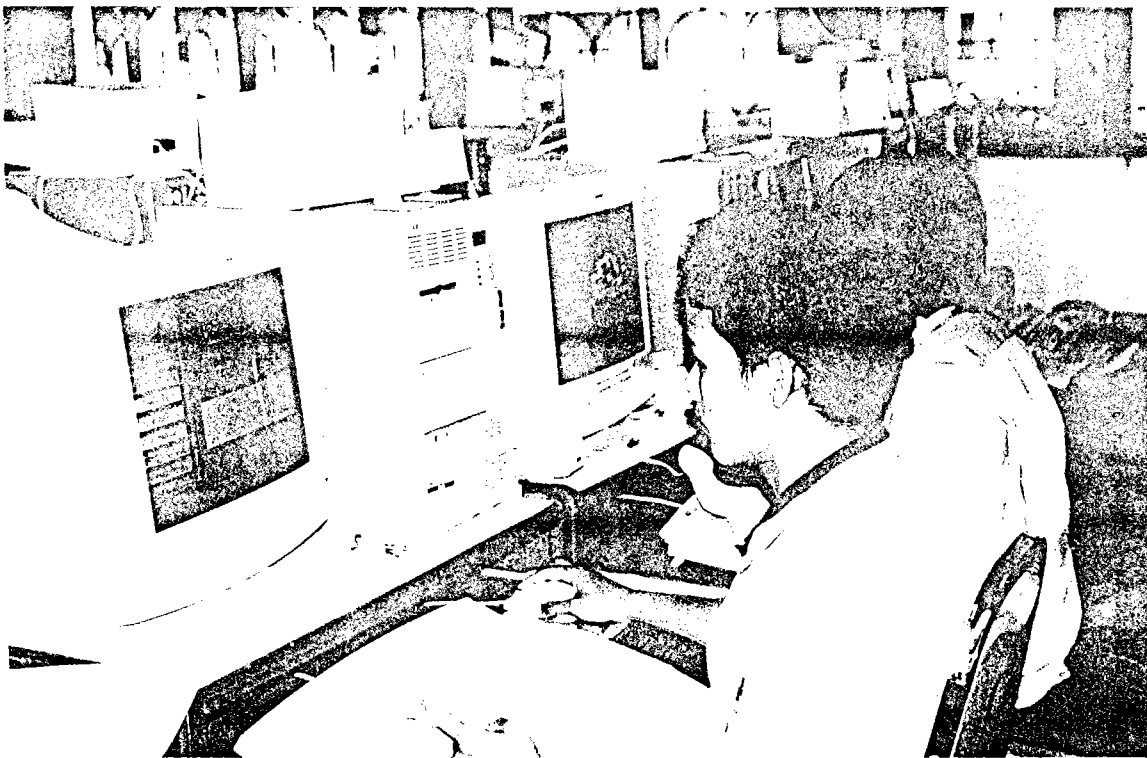
1. การทดลองเรื่องการวิเคราะห์อินทรีย์ที่คิดว่าน่าจะเป็นที่ผล

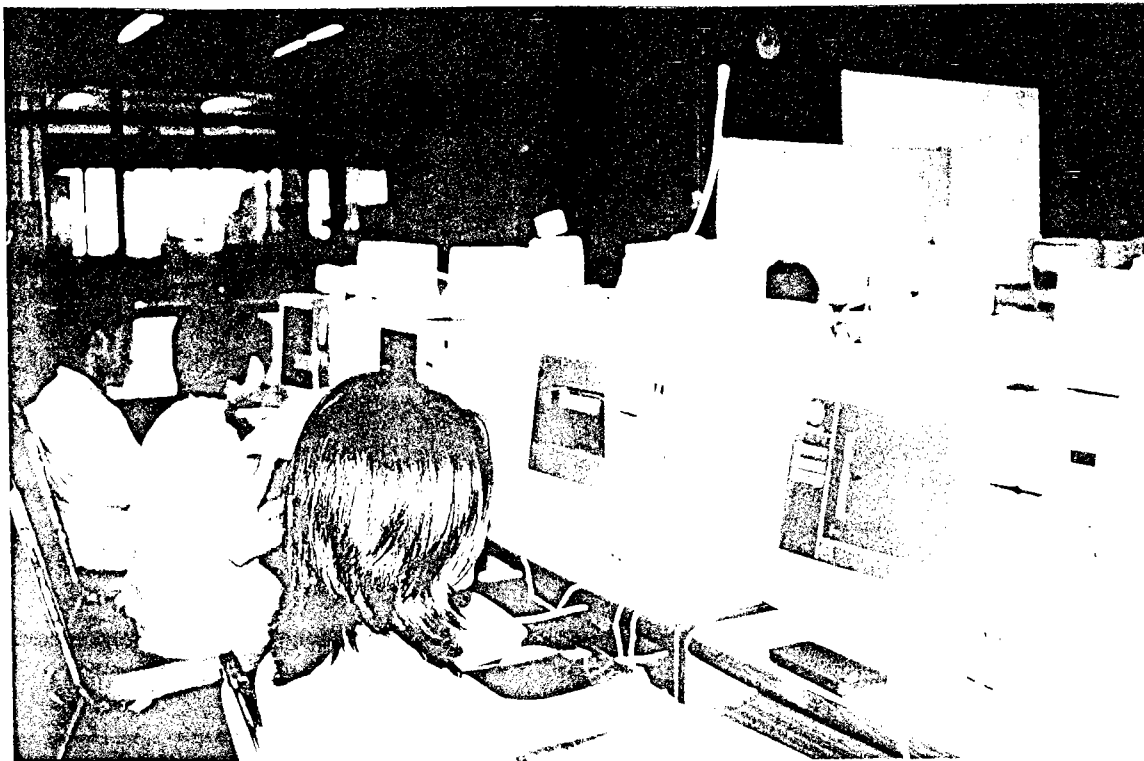
การทดลองและนำเสนอข้อมูลรูปแบบใด ให้ชัดเจนมากที่สุด

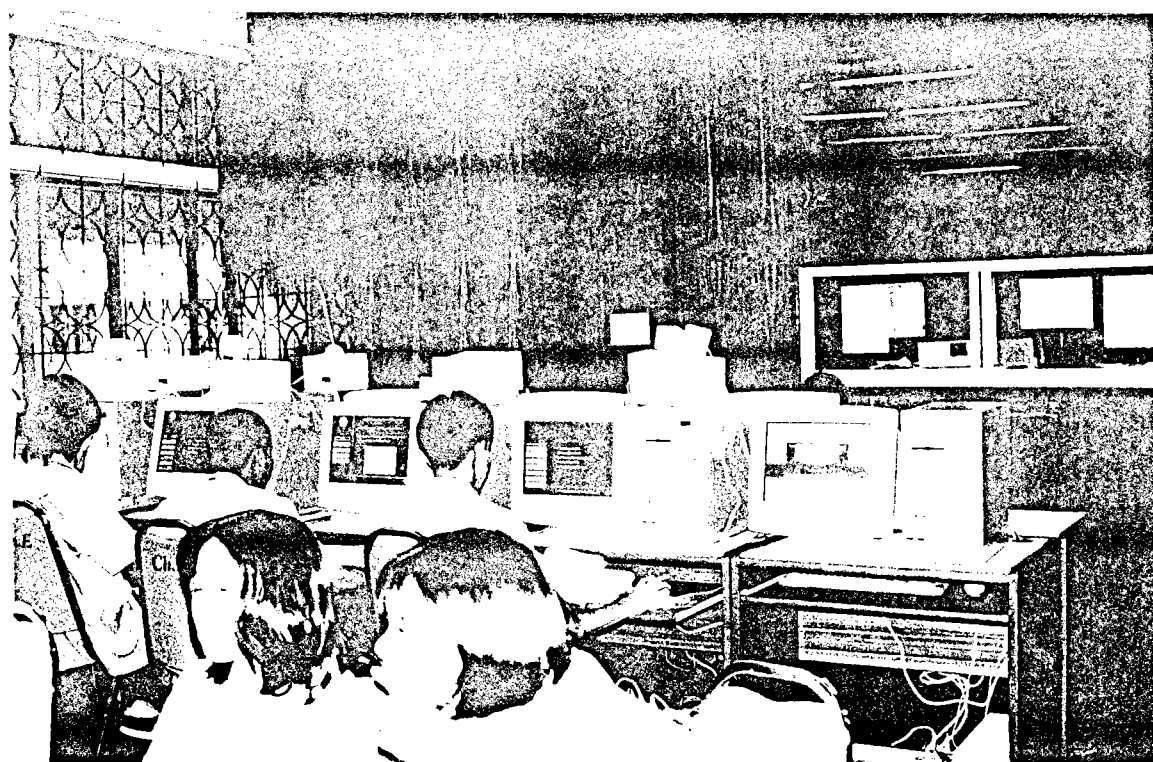
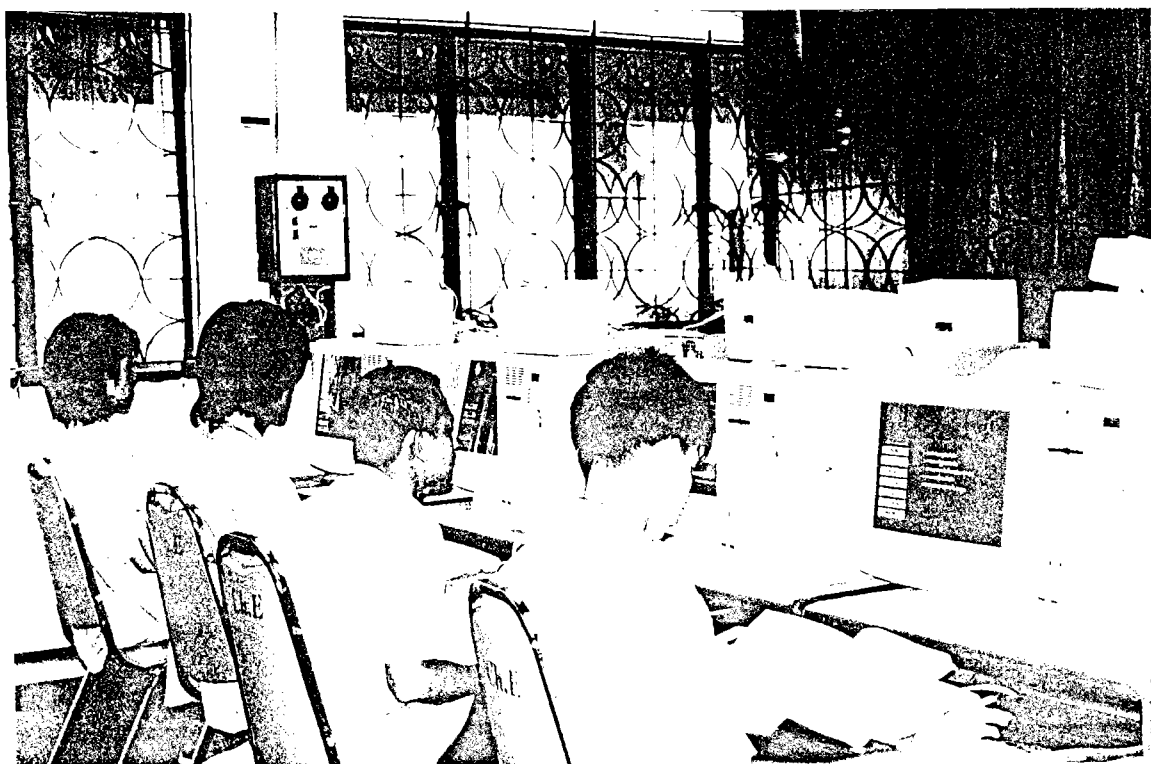
- ☐ ก. ข้อความ และตาราง
- ☐ ข. ตาราง และกราฟแท่ง
- ☐ ค. ข้อความ และกราฟเส้น
- ☐ ง. ตาราง และกราฟเส้น

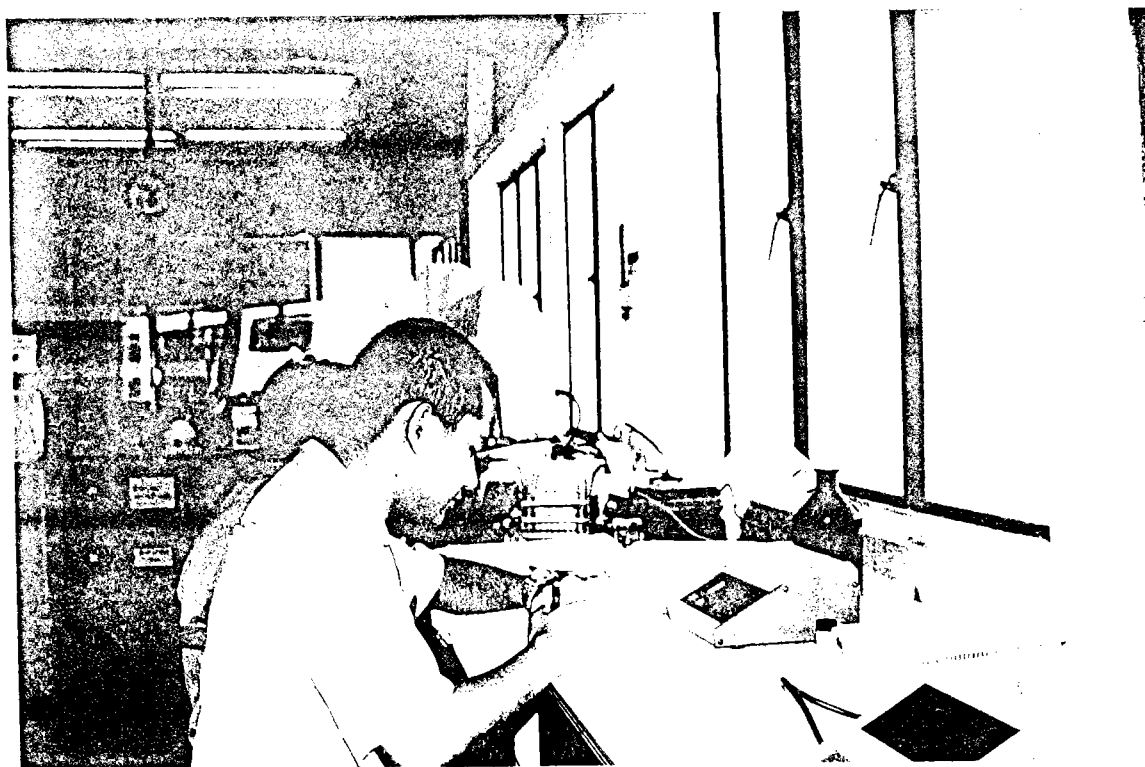
⏪
⏩

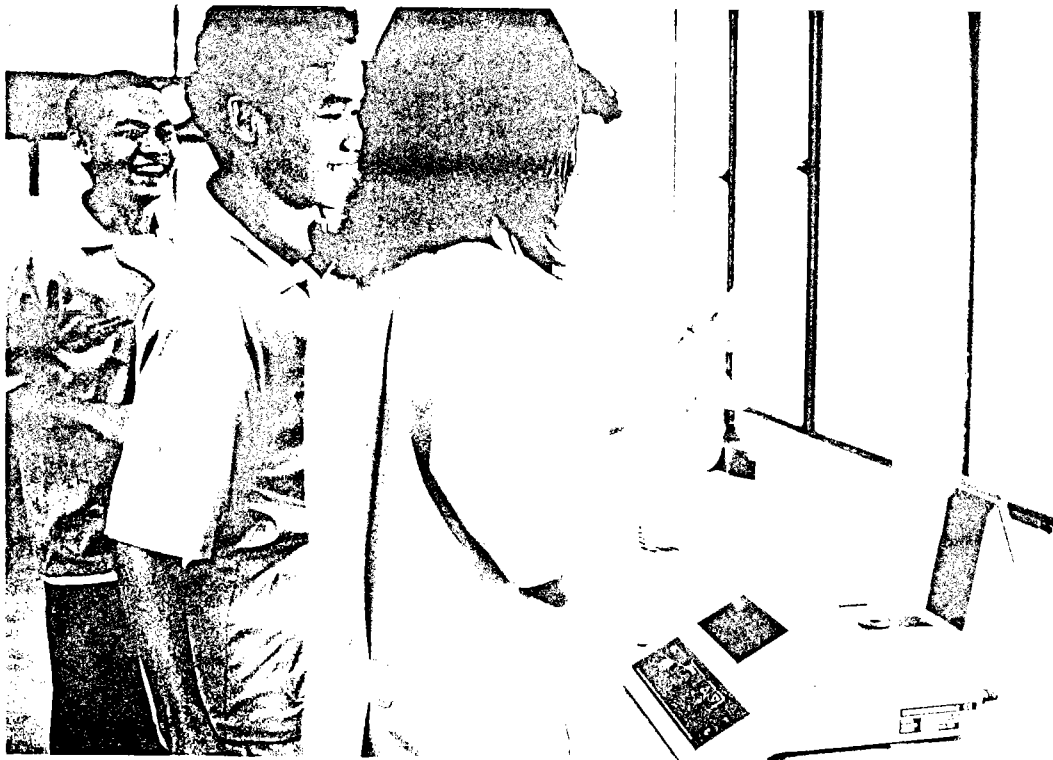
ภาคผนวก ข  
รูปภาพขณะทำการทดลอง

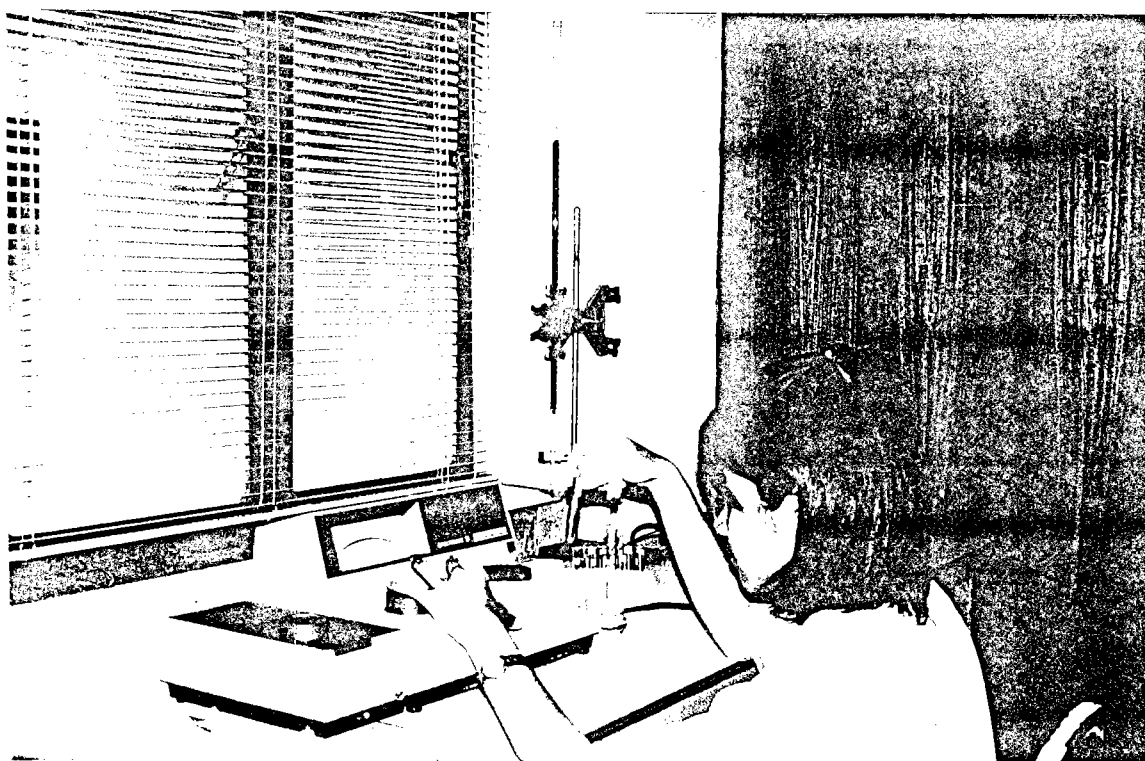
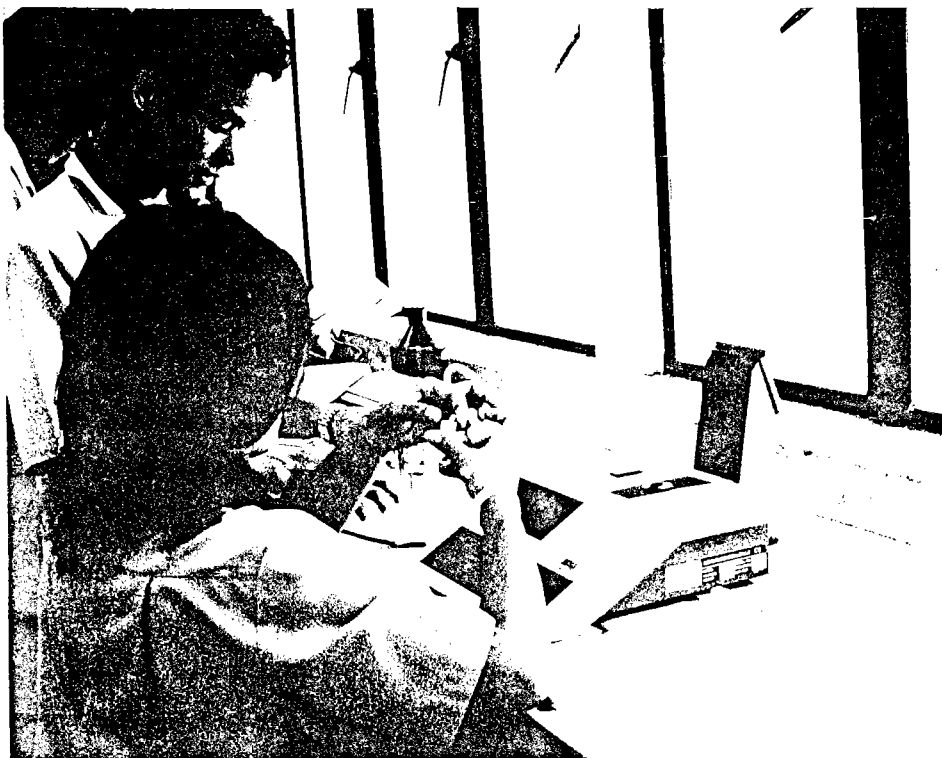


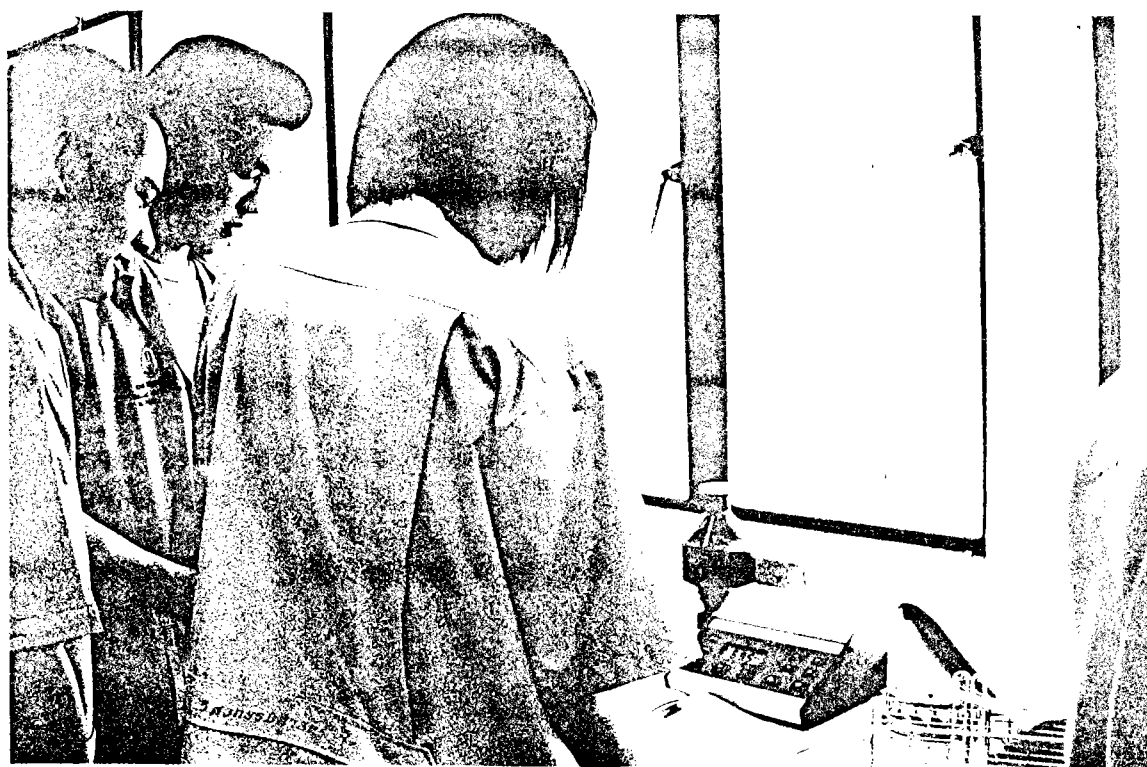
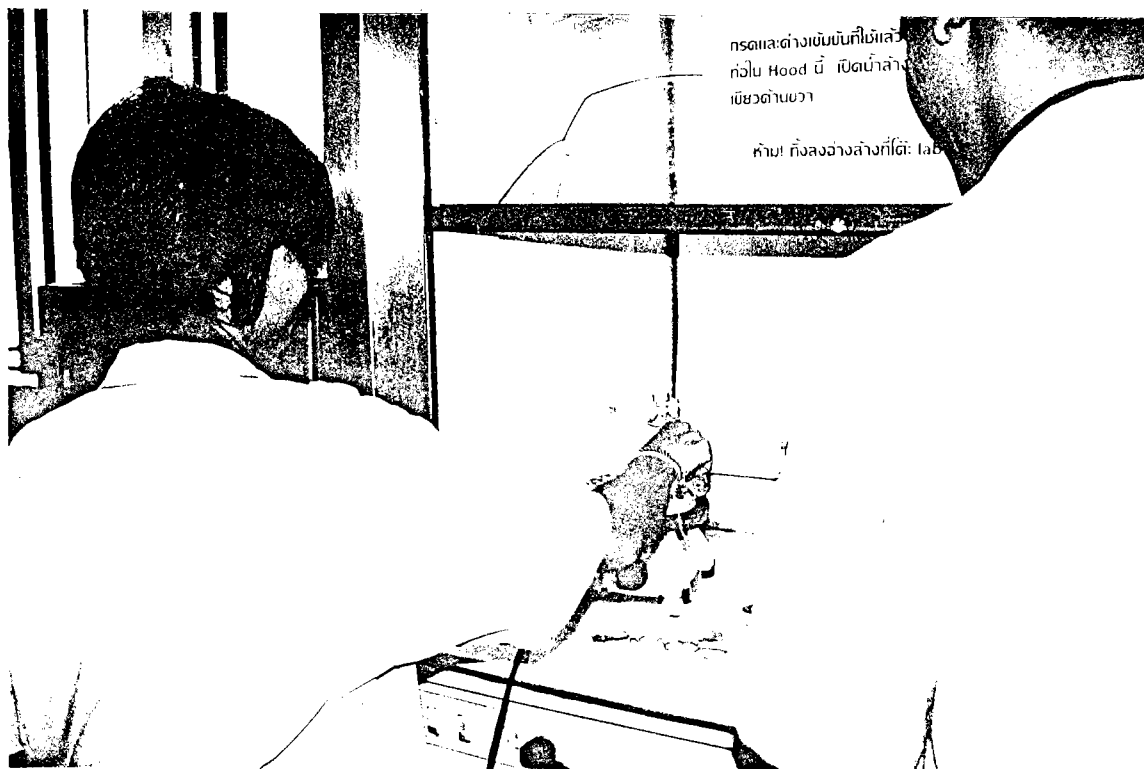












## ประวัติย่อผู้วิจัย

|                                |                                                                                                                                                 |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ ชื่อสกุล                  | นางสาวอุษา จินเจนกิจ                                                                                                                            |
| วันเดือนปีเกิด                 | 31 ตุลาคม 2516                                                                                                                                  |
| สถานที่เกิด                    | เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร                                                                                                                      |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน            | 6/28 หมู่ 11 ตรอกรัตนเกษม แขวงบางแวก เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160                                                                           |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน | ครู ระดับ 4                                                                                                                                     |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน           | ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เลขที่ 1518 ถนนพิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10800 |
| ประวัติการศึกษา                |                                                                                                                                                 |
| พ.ศ. 2531                      | มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร                                                                                       |
| พ.ศ. 2534                      | ปวช. (เคมีปฏิบัติการ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ                                                                               |
| พ.ศ. 2536                      | ปวส. (เคมีปฏิบัติการ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ                                                                               |
| พ.ศ. 2539                      | วท.บ. (สุขศึกษา) สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา                                                                                                |
| พ.ศ. 2542                      | ศษ.บ. (มัธยมศึกษา – วิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช                                                                                   |
| พ.ศ. 2543                      | กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ                                                                                             |