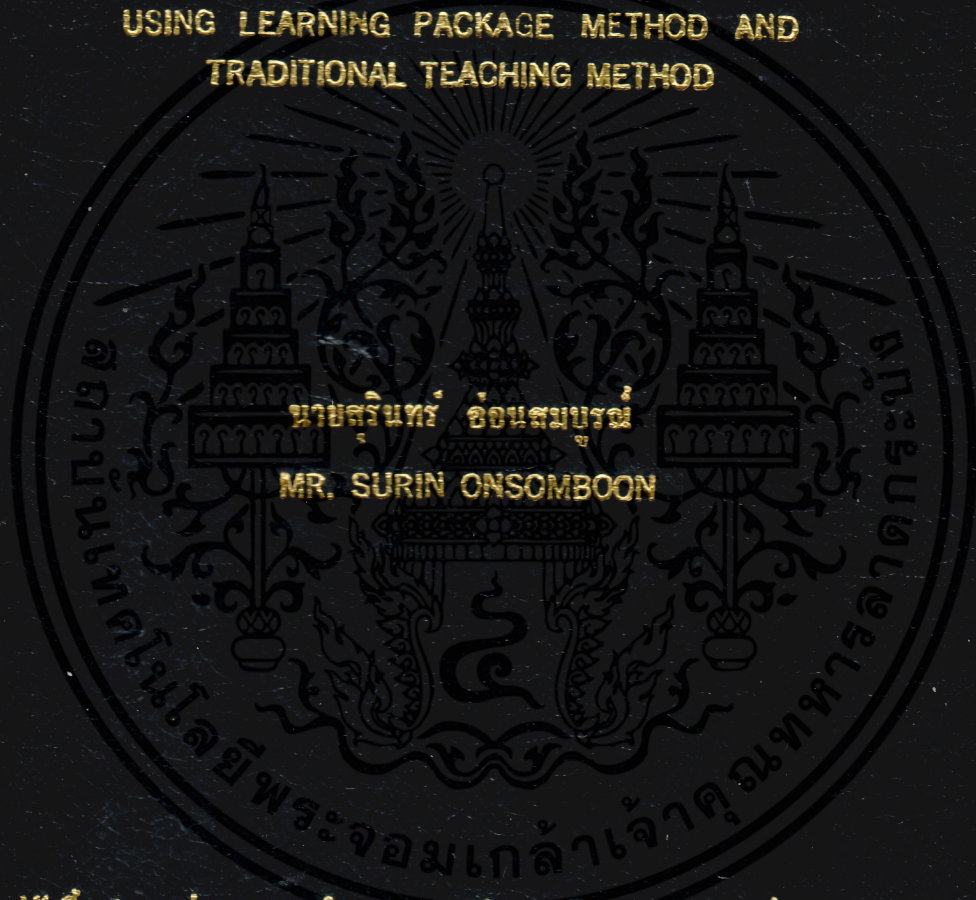


การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องการวิเคราะห์
ความกระด้างของน้ำระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการสอน
ด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ
แบบภาคสนาม และวิธีสอนแบบปกติ

A COMPARATIVE STUDY OF STUDENTS ACHIEVEMENT IN CHEMISTRY
ANALYSIS OF WATER HARDNESS UPPER SECONDARY LEVEL BY
USING LEARNING PACKAGE METHOD AND
TRADITIONAL TEACHING METHOD



นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์
MR. SURIN ONSOMBOON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าระดับปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

ISBN 974-622-256-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องการวิเคราะห์
ความกระด้างของน้ำระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการสอน
ด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ
แบบภาคสนามและวิธีสอนแบบปกติ

A COMPARATIVE STUDY OF STUDENTS ACHIEVEMENT IN CHEMISTRY
ANALYSIS OF WATER HARDNESS UPPER SECONDARY LEVEL BY
USING LEARNING PACKAGE METHOD AND
TRADITIONAL TEACHING METHOD



นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์
MR. SURIN ONSOMBOON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ISBN 974-622-256-2

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ผู้ที่นำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันฯ จะถือว่าผิดกฎหมาย
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

A COMPARATIVE STUDY OF STUDENTS ACHIEVEMENT IN CHEMISTRY
ANALYSIS OF WATER HARDNESS UPPER SECONDARY LEVEL BY
USING LEARNING PACKAGE METHOD AND
TRADITIONAL TEACHING METHOD



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION SCIENCE EDUCATION (CHEMISTRY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับศึกษาและวิจัยเท่านั้นให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1998

ISBN 974-622-256-2

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามโดยวิธีสอนแบบปกติ

A COMPARATIVE STUDY OF STUDENTS ACHIEVEMENT IN CHEMISTRY ANALYSIS OF WATER HARDNESS UPPER SECONDARY LEVEL BY USING LEARNING PACKAGE METHOD AND TRADITIONAL TEACHING METHOD

ชื่อนักศึกษา

นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์ รหัสประจำตัว 37063306

หลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ดร.มาลัย

จิรวัดนเกษตร์



อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.ขงยุทธ

ดัดชุลเวสส



นายขรรค์ชัย

คงเสนห์



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.มาลัย	จิรวัดนเกษตร์	
รศ.ดร.รวีวรรณ	ชินะตระกูล	
ผศ.ดร.พรรณี	ลี้กัจฉา	
ผศ.ดร.ขงยุทธ	ดัดชุลเวสส	
นายขรรค์ชัย	คงเสนห์	

ค่าระดับคะแนนที่ผ่านเป็นเอกฉันท์จากคณะกรรมการ GOOD

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 1 กรกฎาคม 2541 เวลา 9.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(รศ.ดร.มนัส สัจวรศิลป์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรรมการใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
หมายเหตุ การวัดผลวิทยานิพนธ์ให้ใช้ค่าระดับคะแนนดังนี้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าระดับคะแนน

ผลการศึกษา

O Outstanding (ดีเยี่ยม)

G Good (ดี)

P Pass (ผ่าน)

F Fail (ไม่ผ่าน)

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้าง
ของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดย
การสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์
ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และ
โดยวิธีสอนแบบปกติ

นักศึกษา

นายสุรินทร์ อ่อนสมบุรณ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ดร.มาลัย จีร์วัฒนเกษตร

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.ยงยุทธ ตันกุลเวส

นายชรรค์ชัย คงเสน่ห์

ระดับการศึกษา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)

พ.ศ.

2541

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการสอน
ด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนามและโดยวิธีสอนแบบ
ปกติ ประชากรเป็น นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียน
ที่ 2 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 68 คน และกลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้น
มัธยมปีที่ 5,6 รวมทั้งสิ้น 40 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม กลุ่มละ 20 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย ทั้ง 2 กลุ่มจะเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ความ
กระด้างของน้ำ โดยใช้เวลาในการสอน 3 คาบๆ ละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ คือแผนการสอนที่
ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนามกับแผนการสอนแบบปกติ

สำหรับสื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามที่ใช้ในการวิจัย มี
ค่าความเชื่อมั่น 0.9935 และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความ
ยากง่าย 0.24 - 0.72 ค่าอำนาจจำแนก 0.24 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่น 0.7943 สถิติที่ใช้ใน
การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ t-test แบบ Dependent ในรูปของคะแนนแตกต่างกัน และ t-test แบบ
Independent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำกระด้าง ก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำกระด้าง โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	A Comparative Study of Students Achievement in Chemistry Analysis of Water Hardness Upper Secondary Level by Using Learning Package Method and Traditional Teaching Method
Student	Mr. Surin Onsomboon
Thesis Advisor	Dr.Malai Gerawatanakaset
Thesis Co-advisor	Assist.Prof.Dr.Yomgyut Tundhulwess Mr.Kunchai Kongsanae
Level of Study	Master of Industrial Education in Science Education (Chemistry) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1998

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine “A Comparative Study of Stuednts Achievement in Chemistry Analysis of Water Hardness Upper Secondary Level by Using Learning Package Method and Traditional Teaching Method

The population of this study were 68 students in Mathayom Suksa 5}6 of Dansumrong School, Muang district, Samutprakarn provinec, during the second semester of the 1997 academic year. The sample was about 40 all Mathayom Suksa 5,6 students by Simple Random Sampling from Mathayom Suksa 5,6. The sample devided into the experimental group and control group. There were 20 students in each group. Each group studied for 3 periods (150 minutes) and were taught the same contents about “To Analyzed Water Hardness.” The Science Learning Package Method and The Traditional Teaching Method were used into the experimental group and control group respectively. The

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

instruments of this study were consist of the field kid water hardness which has reliability 0.9935. Also the science acheivement test has reliability 0.7943, difficulty 0.24 - 0.72, and discriminant is over 0.24. The t-test Dependent Method in the form of difference score and t-test Independent Method were used to analyze within and between two groups.

The results of this study indicated that :

1. The Pre-Post Science Achievement test of Mathayom Suksa 5,6 by using the field kid Water Hardness were highly significant different at the 0.01 level
2. The Science Achievement test of the two groups were significantly different at the 0.01 level.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยได้รับความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร.มาลัย จีรวัดมนเกษตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ตันฑุลเวสส และอาจารย์ชรรค์ชัย คงเสนห์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไข ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ อีกทั้งเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่ง จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิวิรรณ ชินะตระกูล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คณะผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กรุณาแนะนำ ในการสร้าง ปรับปรุงแก้ไข แผนการสอน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้บริหาร อาจารย์ในหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง โดยให้ความอนุเคราะห์ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ อุมภาพร ตันฑุลเวสส ที่กรุณาให้ผู้วิจัยนำเครื่องมือ ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์นิตยา อ่อนสมบูรณ์ และเด็กหญิงปิยะธิดา อ่อนสมบูรณ์ ที่ได้เสียสละให้โอกาส ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้เป็นเครื่องบูชาแด่พระคุณพ่อ แม่ ครู-อาจารย์ที่ได้เป็นผู้อบรม และประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นการศึกษามาจนถึงปัจจุบัน

สุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์	8
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	14
วิธีการทางวิทยาศาสตร์	20
สื่อการเรียนการสอน	22
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	29
การพัฒนาหลักสูตร	32
การวัดและประเมินผล	35
โครงสร้างหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา	
ตอนต้นและวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	
สาระสำคัญความกระด้างของน้ำ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

3. วิธีดำเนินการวิจัย	51
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	51
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	52
- วิธีสร้างเครื่องมือ	
- การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	
วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	56
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	57
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
ข้อมูลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	61
วิชาเคมีเรื่องการวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียน โดยวิธีสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำแบบภาคสนามของกลุ่มทดลอง	
ข้อมูลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	62
วิชาเคมีเรื่องการวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยวิธีสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำแบบภาคสนาม กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ	
5. สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	64
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	64
สมมติฐานการวิจัย	64
วิธีดำเนินการวิจัย	65
สรุปผลการวิจัย	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
อภิปรายผลการศึกษาวิจัย	67
ข้อเสนอแนะ	69
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป	70
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก	83
ประวัติผู้เขียน	125



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	61
2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอน ด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบ ภาคสนามกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ	62
3 แสดงข้อมูล ผู้ตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ ได้ถูกในแต่ละข้อ เพื่อนำไปวิเคราะห์หา ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ	85
4 แสดงคะแนนนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบเพื่อนำ ไปหาค่าความแปรปรวน ของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ	87
5 แสดงข้อมูลผู้ตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ ได้ถูกและผิด ใน แต่ละข้อเพื่อนำไปหา ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	89
6 แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ ก่อนเรียน (Pre-test)ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	91
7 แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	93
8 แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ หลังเรียน (Post-test) ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีสิทธิสงวนลิขสิทธิ์ในเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การศึกษา เป็นการพัฒนามนุษย์ให้มีคุณภาพ เพื่อที่จะได้เป็นสมาชิกที่ดีของสังคมและสามารถอยู่ในสังคมได้ อย่างมีความสุข ดังนั้น การศึกษาจึงเป็นเครื่องมืออันสำคัญที่สุด ในการพัฒนาประเทศ ตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540-2544 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2539 : 60) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โดยมีสาระสำคัญ สรุปได้คือ เป็นการเตรียมและนำประเทศไทยให้ก้าวไปสู่สังคมยุคใหม่ โดยมุ่งขยาย และยกระดับความรู้ขั้นพื้นฐานของประชาชนทั้งหมด ให้กว้างถึงระดับมัธยมศึกษา รวมทั้งมุ่งให้การศึกษาไทย สร้างศักยภาพของประเทศ ในการพึ่งพาตนเองและสร้างความก้าวหน้า ความมั่นคงของเศรษฐกิจไทย และประชาคมโลกบนพื้นฐานแห่งความเป็นไทย และได้กำหนดแผนงานหลัก เพื่อการพัฒนาศึกษาไว้ 9 แผนงานโดยเฉพาะแผนงานที่ 2 คือ การพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน ได้มุ่งให้มีการผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนทุกประเภทไว้ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการสอนของครู เบญจลักษณ์ เดชครุฑ (2534 : 681) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จัดเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลางและอ่อน ดังนั้น การใช้สื่อการสอนจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์ของแต่ละหน่วย ในบทเรียนหนึ่ง ๆ ต้องมีสื่อการสอนหลายชนิดผสมกัน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2530 : 182-183) ได้ให้ความหมายของสื่อไว้ว่า สื่อประเภทวัสดุอุปกรณ์ เป็นสิ่งช่วยสอนที่มีทั้งใช้สิ้นเปลืองและหมดไปกับพวกคงสภาพทนถาวร แต่ส่วนสำคัญที่ขาดไม่ได้ของสื่อ คือ กระบวนการและวิธีการจัดระบบการสาธิต การทดลองและกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูจัดขึ้นให้แก่ นักเรียนได้ปฏิบัติ

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ว 101 ของ สสวท. ในส่วนของความรู้เรื่องแหล่งน้ำตามธรรมชาติได้ถูกบรรจุไว้ในหลักสูตรเฉพาะเพียง เรื่องน้ำอ่อนและน้ำกระด้างเท่านั้น อีกทั้ง เรื่องน้ำอ่อนและน้ำกระด้างได้มีการกล่าวไว้เพียงเล็กน้อยในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี ว 033 บทที่ 11 เรื่องการทดสอบประสิทธิภาพของสบู่และผงซักฟอก ซึ่งในความเป็นจริงแล้วเรื่อง แหล่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำไว้สำหรับใช้ภายในห้องเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามธรรมชาตินี้มีเนื้อหาสาระที่น่าสนใจอย่างยิ่งโดยเฉพาะเรื่องความกระด้างของน้ำ ณรงค์ วุทธเสถียร (2536 : 21) กล่าวว่า ความกระด้างของน้ำ จัดเป็นมลทินในน้ำชนิดหนึ่งซึ่งสารที่ทำให้เกิดความกระด้างทั้งน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวร และพบว่ามลทินที่สำคัญคือ อีออนชนิดบวก (cation) สองชนิด คือ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของความกระด้างทำให้เกิดผลเสีย คือ ทำให้เกิดตะกอนในหม้อน้ำและระบบทวนการใช้น้ำในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น การซักฟอก การย้อมสี การกัดกร่อน ตลอดจนมีผลต่อสุขภาพ อาจเกิดก้อนนิ่วตามอวัยวะที่สำคัญของร่างกาย จากผลต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่า ในชีวิตประจำวัน น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับทุก ๆ คน ที่จะนำน้ำมาใช้เกี่ยวกับการบริโภค ซึ่งกรณีการ สิริสิงห์ (2522 : 31) ได้กล่าวถึง การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มมาใช้โดยการประปานครหลวงได้กำหนดค่าความกระด้างของน้ำ (Total hardness) ที่ยอมให้บริโภคได้คือ 300 ppm. ในรูปของ CaCO_3

การทดสอบค่าความกระด้าง ที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการที่เป็นมาตรฐานที่แน่นอนเป็นที่เชื่อถือได้ค่อนข้างยุ่งยาก และซับซ้อน ไม่เหมาะสมกับการนำมาประกอบเป็นสื่อการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อุมพร ตันทุลเวส (2538 : 502-503) ได้ทดลองสร้างชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามและได้นำไปทดสอบหาคุณภาพ ค่าความเชื่อมั่น กับวิธีสเปกโตรโฟโตเมตริก (Spectrophotometric method) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นสูงถึง 0.9935 ซึ่งวิธีการนี้ได้ดัดแปลงเป็นชุดทดสอบที่สะดวกแก่การพกพา และง่ายต่อการตรวจสอบ และสามารถวิเคราะห์หาปริมาณค่าความกระด้างของน้ำตามแหล่งต่าง ๆ ได้โดยเพียงแต่นับจำนวนหยดของสารเคมีที่เป็นมาตรฐานเติมลงในน้ำที่ต้องการทดสอบจะมีการเปลี่ยนสีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ชุดวิเคราะห์ ความกระด้างของน้ำที่สร้างขึ้นนี้ ได้มีการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม จำนวน 43 คน ทดลองใช้ พบว่า ร้อยละ 93.02 ให้ความเห็นว่า ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามมีความสะดวกต่อการใช้งาน และเคลื่อนย้าย ร้อยละ 88.37 ได้ให้ความเห็นว่าเกณฑ์ที่จัดสร้างขึ้นละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้ตรวจวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำดื่มได้ แต่ยังไม่ได้นำมาวิจัยสร้างเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามมาใช้เป็นสื่อประกอบการสอน ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องการวิเคราะห์ความ

กระด้างของน้ำ แต่เนื่องจากในหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นการเรียนเฉพาะเรื่อง การทดสอบประสิทธิภาพของสบู่และผงซักฟอก ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าน่าจะมีการเพิ่มเติม และปรับปรุงเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถทราบถึง คุณลักษณะของน้ำกระด้าง และยังสามารถ ตรวจสอบได้เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เมื่อผู้วิจัยปรับปรุงและเพิ่มเติมเนื้อหา โดยการนำชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามมาสร้างเป็นสื่อการสอน เปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบปกติที่ไม่ใช่ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม เพื่อหาสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาเคมีเรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีการสอนด้วยการไม่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม (โดยวิธีปกติ)

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีการสอนแบบปกติ ใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ประวิตร ชูศิลป์, 2524 : 50-51)

1. ความรู้ความจำ (Knowledge)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. ความเข้าใจ (Comprehension)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังเป็นทรัพย์สินของสถาบันฯ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การนำไปใช้ (Application)

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(Science Process Skill)

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนามจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ แบบภาคสนามกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

การวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ แบบภาคสนาม และโดยวิธีการสอนแบบปกติ ใช้กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 68 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มโดยวิธี Multistage (Multiple Random Sampling) ดังนี้คือ สุ่มจากประชากรซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง สมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 40 คนจากประชากร 68 คน จากนั้นสุ่มแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม

(Control Group) และกลุ่มทดลอง(Experimental Group) กลุ่มละ 20 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากการจับฉลาก (Simple Random Sampling) เข้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ วิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม กับ วิธีการสอนโดยไม่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม (โดยวิธีปกติ)

ตัวแปรตาม คือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จำแนกออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การนำไปใช้ (Application)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทักษะ ของ สสวท.(เอกสารอัดสำเนา, 2537) ได้ดังนี้

1. การนิยามปัญหา (Defining Problem)
2. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)
3. การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection)
4. การจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Data Organization)
5. การสรุปและการนำเสนอผล (Conclusion and Communicating)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ

2. แผนการสอน หมายถึง เอกสารที่จัดทำขึ้น เพื่อใช้ประกอบการสอน เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม ที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระเบียบ จบสมบูรณ์โดยตนเอง มีวัตถุประสงค์ กิจกรรม และการติดตามประเมินผลที่สมบูรณ์ โดยแผนการสอนที่สร้างขึ้นนั้น มีองค์ประกอบ 6 ด้าน คือ (นภาพร สิงห์ต, 2531 : 44)

2.1 สารสำคัญ

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.3 ขอบเขตเนื้อหา

2.4 กิจกรรมการเรียนการสอน

2.5 สื่อและอุปกรณ์

2.6 การวัดและประเมินผล

3. สื่อและอุปกรณ์ หมายถึง ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม (จัดสร้างขึ้นโดย อุมพร ตันทุลเวสส),แผ่นใส

3.1 วิธีการสอนโดยใช้สื่ออุปกรณ์ หมายถึง การสอนโดยใช้ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม (Field Kid Water Hardness) เป็นสื่ออุปกรณ์ใช้สอนกับกลุ่มทดลอง (Experimental Group)

3.2 วิธีการสอนโดยปกติ หมายถึง การสอนโดยไม่ใช้ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม เป็นสื่ออุปกรณ์ใช้สอนกับกลุ่มควบคุม (Control Group) โดยมีแผ่นใส ประกอบการสอน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนโดยวัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำที่จัดสร้างขึ้น จำนวน 24 ข้อ โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทั้ง 4 ด้าน คือ

4.1 ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยได้รู้เรียนมาแล้ว เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎหรือทฤษฎีต่างๆ

4.2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การจำแนก เขียนภาพประกอบ ขยายความ และ แปลความรู้ได้ โดยอาศัย ข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน

4.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) หมายถึง

ความสามารถของบุคคลในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สสวท. (เอกสารอัดสำเนา, 2537) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 กลุ่มทักษะได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงงาน วิชาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 การนิยามปัญหา (Defining Problem)

4.4.2 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

4.4.3 การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection)

4.4.4 การจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Data Organization)

4.4.5 การสรุปและการเสนอผล (Conclusion and Communicating)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- วิธีการทางวิทยาศาสตร์
- สื่อการเรียนการสอน
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- การพัฒนาหลักสูตร
- การวัดและประเมินผล
- โครงสร้างหลักสูตร วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
- เนื้อหาสาระสำคัญ เรื่อง การวิเคราะห์น้ำกระด้าง

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหา เป็นได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่ง ที่เปิดโอกาส ให้นักเรียนฝึกวิธีการเรียนอย่างมีอิสระ มีการ ทดลอง และสรุปผลการทดลอง แก้ ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชาและ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ใน ลักษณะต่าง ๆ กัน ดังเช่น อัญชลีพร เตชะศิริบุญกุล (2535 : 11) ได้ให้ความหมายของวิธีการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตน เองได้ปฏิบัติจริงมีโอกาสคิดเพื่อคิดค้นหาคำตอบ

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 502) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น เป็นการ สอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหา หรือการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียน ไม่เคยมีความรู้มาก่อนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ สำหรับ จวีวรรณ กินาวงศ์

(2527 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือวิธีการได้ถามหรือการตั้งคำถามเพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามความต้องการโดยใช้เทคนิคกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง นอกจากนี้ สุเทพ อุตสาหะ (2526 : 72) ได้ให้ความหมายไว้ว่า กระบวนการสอนแบบสืบเสาะ เป็นวิธีการที่มุ่งให้เด็กได้พบความจริงเหตุผล กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง การเรียนการสอน เกิดจาก การแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ได้เอง จาก การเก็บข้อมูลการสังเกตพิจารณาหาเหตุผลตลอดจนความเข้าใจใหม่ ๆ สำหรับสมมุติฐาน อธิระ พิจิตร (2526 : 45) ได้ให้ความหมายของ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นเกี่ยวกับกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยเริ่มจาก การที่นักเรียนมีข้อสงสัยในสิ่งหนึ่งสิ่งใดและพยายามที่จะหาคำตอบหรือแก้ข้อสงสัยเหล่านั้นโดยอาจจะเริ่มสำรวจหาข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบพิจารณาโดยได้ถาม หรือสอบสวนหาสาเหตุต่าง ๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุมที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยตรง หรือทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาหรือข้อสงสัย นอกจากนี้ วราภรณ์ ชัยโอกาส (2521 : 53) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง การสอนที่เป็น การฝึกกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Training) ให้แก่นักเรียน ส่วน Sund and Trowbridge. (1976 : 53-55) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็น การสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่ การสังเกตการจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิงรวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนที่มีความคิดแบบวัตถุประสงค์ (Objective) อยากรู้ อยากเห็น เปิดใจกว้าง

จากความหมายที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนวิธีหนึ่งซึ่งช่วยพัฒนาความคิดให้แก่นักเรียน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ในสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปัญหา จึงเป็นการสอนที่ปลูกฝัง และสร้างนิสัยความเป็นคนช่างคิด และรู้จักการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวได้มีนักการศึกษาและ
 ไม่ว่ากรณีใดบ้างสิ้นอีกทั้งยังมีไม่ดูแลแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 สถาบันการศึกษาได้กำหนด ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ASEP (Australian Science Education Project) อ้างใน (อรุณี เมฆาธร, 2535 : 26) อ้างอิงมาจาก Australian ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

ซึ่งทั้งสามขั้นตอนนี้เชื่อมกันด้วย

1. การกำหนดปัญหาและการกำหนดนิยามของปัญหา
2. การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ประวิตร ชูศิลป์, 2524 : 5-6) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอนคือ

1. อภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียน อยากรู้อยากเห็น คิดสงสัย แนะนำแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบ ตลอดจนให้คำแนะนำในการทดลอง
2. ปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนให้คำแนะนำดูแลควบคุม อย่างใกล้ชิดและ กระตุ้นสนับสนุนให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน
3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลอง สรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ ส่วนคำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็นมีแนวคิดที่กว้างขวาง และมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลอง ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท.มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียน รู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล การทดลองนั้นเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพราะเป็นการฝึกฝนจะทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 105-110) กล่าวว่าขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่

ศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรงแหล่งที่สองซึ่งได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคลในการจัดกิจกรรม ชั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1. ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2. ครูเสนอปัญหาแต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนได้กระทำกิจกรรมตามที่ครูกำหนด

วิธีที่ 3. ครูสาธิตให้นักเรียน และนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4. ได้ข้อมูลมาจากแหล่งอื่น

2. ขั้นสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่(Invention)ภายหลังจากการสำรวจแล้วนักเรียนจะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับ คุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียดอื่นๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปโมเดลหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้เป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้จากที่กล่าวมาแล้วนั้น สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นทักษะที่จำเป็นในการพัฒนาตนเองให้เป็นพลเมืองของประเทศชาติที่เป็นบุคคลที่คิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น พร้อมทั้งมีความคิดอย่างรอบคอบในการตัดสินใจเลือกกระทำในสิ่งที่มีข้อมูลเพียงพอไม่เพ้อฝัน การลงสรุปข้อมูล การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างมากเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และสามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

บทบาทของครูในการสืบเสาะหาความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ธีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 33-34) กล่าวว่า กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งนั้นอีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและเผยแพร่ข้อมูลของเอกสารที่สงวนไว้ไปใช้
 ครูมีบทบาทในการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามสืบเสาะหาความรู้ ตามลำดับขั้นคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้

2. ครูเป็นผู้เสริมแรงเมื่อนักเรียนถามก็ให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงในคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจคำถาม ให้กระจ่างยิ่งขึ้น

3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถาม เพื่อพิจารณาดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง

4. ครูเป็นผู้แนะแนวและเป็นผู้กำกับ ครูเป็นผู้แนะแนวทาง เพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อนักเรียนออกนอกแนวทาง

5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูเป็นผู้ดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน จัดบรรยากาศให้เหมาะสมโดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้นเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

6. เป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2519 : 6-7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนเป็นเรื่องราวได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อดูผลหรือปัญหาที่เกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีพร้อม สำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียน รู้จักคิด ทำการทดลอง โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอน น่าสนใจมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถาม ที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ควรที่จะทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรแนะนำให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคนแม้ว่าคำถามนั้นไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบี่ยงเบนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่

อภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามควรนำมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ครูจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวทางการคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลกระทดลองที่ให้ความมั่นใจได้เพียงพอถึงสรุป

7. ครูควรนำเอาเอกสารการสอนแบบอื่น ๆ เช่นการสาธิตหรือการใช้คำอธิบายมาเพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็น หรือในโอกาสที่เหมาะสมซึ่งวิธีเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

จากข้อเสนอแนะดังกล่าว พอจะสรุปบทบาทของครูในกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ดังนี้

1. ครูจะต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นและควบคุมกำกับให้นักเรียนได้คิด ได้ซักถามสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นในตัว of นักเรียน คอยเสริมแรงและควบคุมให้นักเรียนทำงานอย่างมีระบบและดำเนินกิจกรรมอย่างถูกต้อง

2. ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากคิดหาคำตอบของปัญหา

3. ครูจะต้องเป็นผู้คอยแนะนำแต่ไม่ใช่ผู้ที่แนะแนวทางให้แก่ นักเรียนควรใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นั้น ๆ

4. ครูจะต้องไม่รีบด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเอง แต่ควรเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามเพื่อจะได้เกิดแนวคิดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น แล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป

5. ครูจะต้องพยายามหาวิธีสอนหลาย ๆ วิธีมาช่วยในการสอนแต่ละครั้งเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหายิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาปัจจุบันเห็นว่ามีความจำเป็นที่จะต้องฝึกให้นักเรียน จนสามารถนำไปใช้ได้คล่องแคล่ว เกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษาหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข และหาคำตอบหรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องรวมถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย อีกทั้งยังมีนักการศึกษาหลายท่านยืนยันในทำนองเดียวกันว่า การฝึกทักษะกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนค้นหาความรู้ใหม่ ๆ เติงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางแม้กับวิชาการแขนงอื่นด้วย (พรรณี ภาวภูตานนท์, 2528 : 39)

นอกจากนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังเป็นส่วนสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for Advancement of Science. AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้คือ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537 : 14-30)

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การใช้จำนวนตัวเลข การจัดจำพวก การสื่อความหมายการใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติกับเวลา การสรุปอ้างอิง และการทำนาย
2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skill) 5 ทักษะ ได้แก่ การใช้นิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนด และควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐาน การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูลและการออกแบบการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2526 :1-5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต คือ การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจจะใช้หลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือ ปรากฏการณ์ โดยมี

จุดประสงค์ ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียด ของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่มีการประสมประสานกับ
ความคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภทคือ

- 1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะสมบัติ
- 1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ
- 1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

การสังเกตมีประโยชน์มากต่อการศึกษาปัญหาพิจารณาตั้งสมมติฐาน และการทดลอง
เพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. การวัด คือการกำหนด การเลือก และ การใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ
อย่างถูกต้องและเหมาะสม การรวบรวมข้อมูลในทุกขั้นตอนของ วิธีการทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้อง
ต้องใช้การวัดที่ถูกต้องแม่นยำ

3. การจำแนกประเภท คือ การจัดแบ่ง หรือเรียงลำดับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุ
หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งหรืออาจใช้ความเหมือน
ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยการจำแนกประเภท จะทำให้เข้าใจ
ปัญหา และเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่หรือกินที่อยู่มีรูปร่างหรือลักษณะ
เช่นเดียวกันกับวัตถุนั้น สเปสของวัตถุมี 3 มิติคือ กว้าง ยาว และสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่
อยู่บนกระดานกับเงา จะเป็นซ้ายและขวาซึ่งกันและกัน ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุ
 ฯลฯ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา คือการบอกความเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง
ของวัตถุกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปใน 10 วัน

5. การคำนวณคือการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งอื่น
มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่เช่นการนับ การบวก การลบ การหาร การหาค่าเฉลี่ยเป็นต้นใช้ในการ
การสรุปผลการทดลอง การอธิบายและการทดสอบสมมติฐาน

6. การสื่อความหมาย คือการนำข้อมูลที่ได้มาจาก การสังเกต การวัด การทดลอง หรือ
จากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับแล้วนำข้อมูลที่จัด
กระทำแล้วมาเสนอให้บุคคลอื่นเข้าใจ

7. การลงความเห็นจากข้อมูล คือการอธิบายความหมายและเหตุผลของข้อมูลที่ได้
จากการสังเกต และการจัดกระทำโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเข้าช่วย การลงความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีพิเศษที่เห็นสมควรโดยผู้จัดทำเอกสาร

เห็นจากข้อมูลใช้ในขั้นตอนทดสอบ ปรับเปลี่ยนสมมติฐานและการสรุป

8. การทำนาย คือ การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง และสังเกตโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้น ๆ เป็นพื้นฐานในการสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน คือ การสรุปคำตอบล่วงหน้าการซึ่งบ่งความที่น่าจะเป็นก่อนการทดลองโดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การกำหนดความหมายขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ในสมมติฐานให้สามารถทำการทดลองได้ และเป็นที่ยอมรับโดยตรง

11. การควบคุมตัวแปร คือ การซึ่งบ่งตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ที่อยู่ในสมมติฐาน

12. การทดลองคือการทดสอบสมมติฐานเริ่มจากการออกแบบการทดลอง การดำเนินการตามแผนการใช้เครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูล การสื่อความหมายข้อมูลการตีความหมายและการลงข้อสรุปหรือบางครั้งอาจรวมถึงการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมสมมติฐานให้สอดคล้องกับผลการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูล คือ การบรรยายลักษณะสมบัติและบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

นอกจากนี้ยังมีผู้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกันตามผู้จำแนกนั้น ๆ เห็นเหมาะสม แต่หากพิจารณาในสาระของทักษะเหล่านั้นโดยส่วนรวมแล้วจะพบว่าประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ในการหาความรู้อย่างเป็นระบบเพื่อรวบรวมข้อมูลในการตัดสินใจเช่นเดียวกัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2537) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 กลุ่มทักษะ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใน วิชาวิทยาศาสตร์เป็นไปในลักษณะที่เน้นกระบวนการในการแก้ปัญหา (Problem Solving) และการตัดสินใจ (Decision Making) ทักษะ 5 กลุ่มดังกล่าวคือ

1. การนิยามปัญหา (Defining Problems) เป็นการทำความเข้าใจ เกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการศึกษาหรือทดลองนั้นให้ชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ

1.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation Definition) เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งขอสงวนสิทธิ์ใน 1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา (Defining of Variables) หมายถึง

การซึ่งบ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

ตัวแปรต้น (Independent Variables) คือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือสิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กันมิเช่นนั้นจะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน

2. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) คือ การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษาให้เป็นคำถามที่สามารถทดสอบได้โดยการทดลอง

หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบ ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้ มักกล่าวเป็นข้อความ ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิด จะทราบได้หลังจากการทดลองแล้วว่าผลที่ได้จากการทดลองเป็นการสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐาน

3. การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection) เป็นการวางแผนการศึกษาหรือวางแผนการแก้ปัญหาและทำการค้นคว้าทดลองเพื่อตอบปัญหาหรือหาความรู้ในเรื่องนั้นๆ ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ

3.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และ ผิวกาย ไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรืออาจใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตด้วยเช่น ใช้แว่นขยาย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

3.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ เป็นการเปรียบเทียบวัตถุ หรือเหตุการณ์กับมาตรฐานอาจเป็นด้านความยาว พื้นที่ ปริมาตร มวล อุณหภูมิ แรง หรือเวลา

3.3 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหา

คำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

3.3.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การกำหนดและควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

3.3.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

3.3.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ อาจจำเป็นต้องออกแบบตารางบันทึกข้อมูลเพื่อสะดวกและง่ายต่อการบันทึกข้อมูล

4. การจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Data Organizing) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า และทดลองมาจัดระบบจัดหมวดหมู่ หรือจำแนกให้เห็นความสัมพันธ์หรือความแตกต่างที่ชัดเจน มีความหมายในการที่จะนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 การจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการจัดหมวดหมู่หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกเกณฑ์ ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4.2 การคำนวณ (Calculating) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยหรืออื่น ๆ

4.3 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Data Organizing and Presentation) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการ สังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยการเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยายเป็นต้น

5. การสรุปและนำเสนอผล (Conclusion and Communication) เป็นการประมวลความรู้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองและศึกษาค้นคว้า เพื่อทดสอบสมมติฐานการทดลองที่ตั้งขึ้นว่าเป็นข้อมูลที่สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้นได้อย่างไรและเสนอผลการทดลองนั้น ๆ ให้ผู้อื่นทราบ อาจเป็นรายงานได้ โดยการพูด หรือเขียน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.1 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึงการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลตามหลักการกฎเกณฑ์หรือทฤษฎี โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

5.2 การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึงการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

5.3 การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้นการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เป็นการอ่านตาราง กราฟ แผนภูมิ ฯลฯ แล้วอธิบายความหมายเพื่อตอบปัญหาที่ทำการศึกษาหรือทดลองนั้น ๆ

จากงานวิจัยของ ปรีชา กันตรง (2534 : 74-75) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวข้อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิด หัวข้อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งการฝึกคิดโครงงานจัดเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ กันยา ทองมัน (2534 : 83-84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มุ่งการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและแบบกำหนดแนวทาง พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของทั้งสอง กลุ่มแตกต่างกัน ทั้งนี้ Riley. (อ้างถึงใน วิไลวรรณ ปิยปรกรณ์, 2535 : 66) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น ส่วนกลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนได้แก่ส่วนที่เป็นความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการและทฤษฎี สิ่งเหล่านี้มิได้เกิดขึ้นเองแต่ได้เกิดมาจากการที่มนุษย์สนใจที่จะหาคำตอบต่อสิ่งที่เป็นปัญหาโดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการหาคำตอบของปัญหานั้น ถึงแม้ว่ากระบวนการต่าง ๆ ที่มนุษย์นำมาใช้จะมีความแตกต่างกันแต่มีลักษณะร่วมกันอยู่บ้าง คือ สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เราเรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่จะนำมาใช้แก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้นอาจจะนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของบุคคลในทุก ๆ สาขาอาชีพได้ และนอกจากนี้การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้ที่นำไปใช้ไม่ด่วนสรุปอะไรที่ปราศจากเหตุผล แต่จะสังเกตอย่างถี่ถ้วนหาข้อมูลเพิ่มเติมถ้ายังไม่เพียงพอ เพื่อนำไปสู่การทดสอบหาสาเหตุหรือวิธีที่ถูกต้อง(ทบทวนมหาวิทยาลัย, 2525 : 231-233)

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 9-10)กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบ กล่าวคือเมื่อคนเรามีความสนใจหรือต้องการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็จะหาทางค้นคว้าหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีด้วยกันหลายวิธีแต่วิธีที่นิยมใช้กันมากได้แก่วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจจะมี 5 ขั้นบ้าง 6 ขั้นบ้าง แต่แนวหลักแล้วเหมือนกัน ซึ่งถือว่าเป็นการจำลองรูปแบบของการค้นคว้าหรือการเสาะแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้เป็น 4 ขั้น คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง ขั้นสรุปผลและการนำไปใช้

อำนาจ เจริญศิลป์ (2526 : 37) ได้ทำการแบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหาต้องสำรวจให้แน่นอนว่าปัญหาอยู่ที่ไหน อะไรคือปัญหาที่แท้จริง

2. การตั้งสมมติฐานต้องสำรวจดูว่าอะไรเป็นข้อมูลที่จะทำให้เกิดปัญหา

3. การทดลองและเก็บข้อมูล ลงมือแก้ปัญหาจากสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การวิเคราะห์ข้อมูลคือการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์อย่างรอบคอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วรายงานผล

5. สรุปแนวทางแก้ปัญหาได้ผลอย่างไรมีข้อบกพร่องอย่างไรเรียบเรียงเรื่องราวและบันทึกผลไว้

มังกร ทองสุคติ (2522 : 7-22) ได้สรุปว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือ วิธีการใช้สติปัญญา (The Method of Intelligence) เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับความนิยมมากเพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปประยุกต์ได้ทุกสาขา ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดปัญหาได้ถูกต้อง (Problem)
2. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)
3. การทดลองและเก็บข้อมูล (Gathering Data)
4. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis)
5. การสรุปผลและการนำไปใช้ (Conclusion and Application)

จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ การทดลองเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ ชุดการทดลองที่ออกแบบเฉพาะของการทดลองนั้น ๆ เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายย่อยของแต่ละการทดลอง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (มสท) ตามไท, 2531: 54) ได้นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ มาประกอบการทดลองโดยมีการจัดทำเป็นชุดของกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละชุดไว้เพื่อมุ่งหวังที่จะให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต วงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะสำคัญในการค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และอิทธิพลของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษยและสิ่งแวดล้อม
6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ทั้งนี้ สุธรรม อ่อนคำ (2534 : 59) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตามผู้เขียนไม่รับผิดชอบต่อผลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยมีการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอน

ตามคู่มือครู พบว่า แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Vaneck. (อ้างถึงใน วิไลวรรณ ปิยปกรณ, 2535 : 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสอนสองวิธี กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชนบทระดับ 3 จำนวน 54 คน ระดับ 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้หนังสือ ผล การศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

สื่อการเรียนการสอน

การเรียนการสอนจะประสบผลสำเร็จได้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ขึ้นอยู่กับ ส่วนประกอบที่สำคัญหลายอย่าง แต่เครื่องมือที่ช่วยให้ครูได้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ นักเรียนบรรลุเป้าหมายได้เร็วขึ้น และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ได้แก่ สื่อการสอน ซึ่งในปัจจุบันมี บทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนการสอนเพราะจะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อย่างไรก็ตามการให้การศึกษาแก่เยาวชนก็ยังคงประสบปัญหานานัปการโดยเฉพาะการเรียนการสอนยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร น้ำทิพย์ ฤกษ์หรัย (2523 : 42) ได้ทำการวิจัย พบว่า "ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนคติ ตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้" และสำหรับในระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น

เบญจวรรณ กองศิริ (2523 : 49) ได้วิจัยพบว่า "ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนทัศน์ของ นักเรียน ตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้นต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้" เนื่องจากกิจกรรมในการทดลองบางเรื่อง ง่ายหรือยากเกินไป อุปกรณ์ในการทดลองไม่เพียงพอและนักเรียนไม่สามารถทดลองเองและสรุปเองได้ และนอกจากนี้ผลงานวิจัยของ มณฑนา จงสุขสันติกุล (2524 : 41-53) พบว่าในการเรียนวิทยาศาสตร์ นั้นห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอเป็นเหตุให้ไม่สะดวกในการจัดกิจกรรม และ ครูยังยึดการสอนแบบเดิมจึงทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อไม่สนใจการเรียนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และทั้งนี้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางที่สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มุ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ก็ประสบปัญหาอีกหลาย

ประการ การเรียน การสอนเกี่ยวกับมโนคติใด ๆไม่ว่าจะเป็นมโนคติที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือรูปธรรม (Concrete) จะต้องพยายามจัดการเรียนการสอนให้ชัดเจนอยู่ในลักษณะของรูปธรรมให้มากที่สุดเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติที่ชัดเจนและถูกต้อง (กิตติศักดิ์ เสมารธรรมานนท์, 2531 : 2)

ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยเทคโนโลยีทางการสอน เข้ามามีบทบาทในการสอนหรือช่วยให้การจัดการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังเช่น วิจิตร ศรีสอาน (2517 : 12) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีทางการศึกษาเอาไว้ว่า "เทคโนโลยีหรือเทคนิควิทยาทางการศึกษา หมายถึงการประยุกต์เอาเทคนิค วิธีการ อุปกรณ์ และเครื่องมือใหม่ ๆ มาใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษา ทั้งในด้านการขยายปริมาณงาน และในด้านการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน" และเทคโนโลยีที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ โดยการใช้สื่อการสอนมาเป็นส่วนประกอบของการเรียนการสอน ดังที่ De Kieffer. และ Cochran. (1969 : 78-80) ได้กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของสื่อการสอนพอจะสรุปได้ว่า "สื่อการสอนยังช่วยเร้าความสนใจให้เกิดความเข้าใจและสนใจให้นักเรียนสืบสวนค้นคว้ามากขึ้น" นอกจากนี้สื่อการสอน จะช่วยเร้าหรือช่วยยุ ให้นักเรียนเกิดความสนใจ อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย ถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย เป็นการประหยัดเวลาของผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนจดจำได้เป็นเวลานาน รวมทั้งผู้ที่เรียนช้า จะเรียนได้เร็วและมากขึ้น สำหรับ ผู้ที่มีความสามารถในการรับรู้ได้ดี ก็จะเรียนรู้ได้มากขึ้นในการจัดสื่อการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพขึ้น จะต้องสอดคล้องกับพัฒนาทางการเรียนรู้ด้วย ดังที่ สาโรจน์ แฟงย้ง (2536 : 13) กล่าวถึง แนวความคิดในการผลิตสื่อการสอน ให้สอดคล้องตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ได้ว่า

สื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนเพราะจากแนวความคิดของเปียเจต์ ความเจริญงอกงามทางสติปัญญาเป็นผลมาจากการปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การที่เด็กจะเรียนได้ผลดีมีความงอกงามทางสติปัญญา ส่วนหนึ่งย่อมเกิดจากการที่ได้รับสภาพสิ่งแวดล้อมทางการเรียนการสอนที่ดีนั้น คือการเรียนการสอนที่ครูไม่ได้ใช้วิธีการสอนแบบยึดครูเป็นศูนย์กลาง ควรเป็นการเรียนการสอนที่ครูจะเป็นผู้เตรียมสื่อการสอนต่างๆ เพื่อให้เนื้อหาบทเรียนมีความเป็นรูปธรรมที่ง่ายต่อการเรียนรู้มากที่สุด ดังที่ วารินทร์ รัชมิพรหม (2531: 14) กล่าวถึง ความหมายของคำว่า สื่อไว้ว่า สื่อ (medium-media) มาจากภาษาลาตินว่า "Between" ซึ่งแปลว่า"ระหว่าง" คำว่า สื่อ จึงหมายถึงสิ่งที่เป็น

พาหะนำข้อมูลจากแหล่งกำเนิดไปสู่ผู้รับในแง่ของการส่งความหมายถึงกัน (media of communication) ที่ใช้คือ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ วิทยุ เครื่องเสียง ภาพถ่าย วัสดุฉายและสิ่งพิมพ์ สิ่งเหล่านี้เมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน เรียกว่า สื่อการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ มนตรี แย้มกสิกร (2526 : 5) ได้ให้ความหมายของ สื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สื่อ หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยในการนำความรู้จากผู้สอน หรือแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ สำหรับกรมวิชาการ (2522 : 7) ได้กล่าวถึง สื่อการสอนว่า สื่อการสอน หมายถึง เครื่องมือต่างๆ ที่ช่วยสนับสนุนให้การเรียนการสอนบรรลุ ตามจุดประสงค์ที่วางไว้ เป็นสิ่งที่สร้างความสนใจของผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจรวดเร็วยิ่งขึ้นได้แก่ ของจริง วัสดุอุปกรณ์ หนังสือเรียน หนังสือค้นคว้า แผนภาพ ภาพบัตรคำ วิทยากร เป็นต้น

โดยสรุปแล้ว สื่อการสอนเป็นสิ่งต่างๆ รวมทั้งกระบวนการที่สามารถเป็นตัวกลางถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนไปสู่ผู้เรียนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ประเภทของสื่อการสอน

Kinder (อ้างถึงใน บุญยฤทธิ์, 2526 : 5) ได้แบ่งสื่อการสอนเป็น 3 ประเภทตามลักษณะของการเรียนรู้ คือ

1. ลักษณะการเรียนรู้โดยประสบการณ์ตรง คือ การใช้ของจริงหรือจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเองเช่น การสัมภาษณ์ การสำรวจและ การศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น

2. ลักษณะการเรียนรู้โดยวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำการเรียนรู้โดยผ่านสื่อทัศนวัสดุเช่นแผนสถิติ แผนภูมิ แผนที่ แผนภาพ ภาพยนตร์ ภาพนิ่ง เป็นต้น

3. ลักษณะการเรียนรู้โดยประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมที่สุด เช่น จาก ภาษา คำราเอกสาร สิ่งพิมพ์ ที่ใช้การบรรยายด้วยภาษาต่างๆ

นอกจากนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2530 : 99) ได้จัดสื่อการสอนไว้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. วัสดุที่มีการผู้พั้งสิ้นเปลือง เช่น ซอล์ค ภาพถ่าย สไลด์ ภาพยนตร์

2. อุปกรณ์ที่เป็นเครื่องมือเช่น กระดานดำ กล้องถ่ายรูป เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องรับโทรทัศน์

3. กระบวนการและวิธีการเช่น การจัดระบบ การสาธิต การทดลองและกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะกิจกรรมที่ครูจัดทำขึ้นและนักเรียนปฏิบัติ

บทบาทและคุณค่าของสื่อการสอนในกระบวนการเรียนการสอน

สุนันท์ สังข์อ่อง (2523 : 1) ได้กล่าวถึง สื่อการสอนในกระบวนการเรียนการสอนใน เอกสารการประชุมเชิงปฏิบัติการ เอกสารหมายเลข 1 ดังนี้ สื่อการสอนมีความสำคัญและเป็น ส่วนหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนทั้งนี้เพราะ การสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนใน หลายๆ ด้าน ดังนี้

1. สื่อการสอน ช่วยครูในการเพิ่มประสบการณ์ความรู้ให้แก่นักเรียน เช่น การใช้ภาพยนตร์เรื่องการท่องเที่ยวป่า เป็นต้น
2. สื่อการสอน ช่วยให้ครูจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้ฟิล์ม ภาพยนตร์ การใช้บทเรียนวิทยุ การใช้สไลด์เทป
3. สื่อการสอน ช่วยให้ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตอบสนองตามที่ครูคาดหวังให้เกิด ในตัวนักเรียนได้ เช่น การจัดสไลด์และบัตรงานประกอบเป็นชุดการสอนให้นักเรียนเรียนจาก บทเรียนด้วยเทปบันทึกเสียง

ภิญโญ สาธร (2519 : 242-243) ได้กล่าวถึง ประเภทของ สื่อการสอนที่จะช่วยให้การ เรียนการสอนได้รับผลดีว่า มีประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. วัสดุฉายเส้น เช่น กระดานดำ แผนที่ แผนภูมิ รูปภาพ ฯลฯ
2. วัสดุมีทรง ได้แก่ วัสดุหุ่นจำลอง ของตัวอย่าง ของจริง และสิ่งของในพิพิธภัณฑ์ ของโรงเรียน
3. สื่อวัสดุ เช่น ระบบขยายเสียง แผ่นเสียง เครื่องอัดเสียง
4. ภาพนิ่ง ได้แก่ รูปภาพ ภาพเขียน ภาพถ่ายและฟิล์มสคริป
5. กิจกรรม อันได้แก่ การแสดงนิทรรศการ การสาธิต การทดลองและการศึกษานอก สถานที่
6. หนังสือทุกชนิดเป็นอุปกรณ์การศึกษาที่สำคัญมากจะขาดเสียไม่ได้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2522 : 17) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียน การสอนว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งที่จะเอื้อต่อการศึกษาล่าเรียนของนักเรียน คือ ช่วย ให้เกิดความรู้ ทักษะ ทศนคติ และกิจนิสัยที่พึงประสงค์ อาจเป็นสิ่งหนึ่งหรือหลาย ๆ สิ่ง ต่อไปนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รวบรวมไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ผู้อ่านจำเป็นต้องแจ้งให้ชัดเจนเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หนังสือเรียนประจำวิชา

2. หนังสืออ่านประกอบ

3. หนังสืออ้างอิง

4. อุปกรณ์การเรียน
5. วัสดุฝึก
6. คู่มือการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525 : 112) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนหมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 และก่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจแก่ผู้เรียนทั้งวัสดุสิ้นเปลือง และไม่สิ้นเปลืองตลอดจนวิธีการที่เหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. วัสดุ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่มีการผูกพันสิ้นเปลือง เช่น ซอส์ค फिल्मถ่ายภาพ ภาพยนตร์สไลด์
2. อุปกรณ์ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่เป็นเครื่องมือ เช่น กระดานดำ กล้องถ่ายรูป เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องรับโทรทัศน์
3. กระบวนการและวิธีการ หมายถึง การจัดระบบ การสาธิต การทดลอง เกมส์ และกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นและมุ่งให้นักเรียนปฏิบัติ

ฐะปะนีย์ นาครทรรพ (2535 : 364) ได้กล่าวไว้ว่า สื่อการสอน คือสิ่งที่ครูใช้ประกอบบทเรียนนำให้บทเรียนแจ่มแจ้งขึ้นและน่าสนใจยิ่งขึ้น สื่อการสอนมีหลายชนิด อาจเป็นหนังสือแบบฝึกหัด หนังสืออ่านประกอบ แผนภูมิ แผนที่ บัตรคำ ภาพ หุ่นจำลอง เทปบันทึกเสียง ข้อสอบ แผ่นใส สไลด์ เครื่องฉายข้ามศีรษะ ภาพยนตร์ ของจริง

สุนันท์ สังข์ทอง (2526 : 17) ได้กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งจำเป็น และเป็นเครื่องมือที่อาจช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยความสนใจได้เป็นอย่างดีถ้าผู้สอนสามารถใช้ได้อย่างเหมาะสมโดยมีเกณฑ์การพิจารณาด้านสื่อการสอน พอสรุปได้ ดังนี้

1. เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการสอน
2. ช่วยให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง
3. ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่นักเรียน

บำรุง กลัดเจริญ และ ฉวีวรรณ กิณาวาส (2527 : 245-246) ได้สรุปคุณค่าของสื่อการสอน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1. เป็นศูนย์รวมความสนใจ
2. ช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กว้างขวางยิ่งขึ้น
3. ทำให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจ

4. ทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ร่วมกัน
5. อธิบายสิ่งที่เข้าใจยากให้เข้าใจง่าย
6. แสดงความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ
7. ทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายของศัพท์ต่าง ๆ ได้เร็วยิ่งขึ้น
8. แสดงส่วนลึกลับให้เข้าใจได้ดี
9. สามารถเอาชนะข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ เวลา รูปร่าง และขนาดได้ คือ
 - 9.1 ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวนไหวเร็ว ช้าลงได้
 - 9.2 ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวนไหวช้า เร็วขึ้นได้
 - 9.3 นำสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมาศึกษาได้
 - 9.4 นำสิ่งที่อยู่ไกลมาศึกษาได้
 - 9.5 ย่อสิ่งที่ใหญ่ให้เล็กได้
 - 9.6 ขยายสิ่งที่เล็กให้ใหญ่ได้
10. ช่วยประหยัดเวลาในการสอน
11. ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรง
12. ทำให้นักเรียนรู้ได้มากมายในเวลาอันน้อย ๆ
13. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ถูกต้อง
14. ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
15. ช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้า เรียนได้เร็วขึ้น
16. ช่วยเปลี่ยนเจตคติได้ดี
17. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหา

กิตตานันท์ มลิตทอง (2530 : 76) ได้สรุปความหมายของสื่อการสอนว่า หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำและถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอน หรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

จันทร์ฉาย เตมียาการ (2533 : 3-13) ได้สรุปคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน ดังนี้ สื่อการเรียนการสอนจะช่วยแบ่งเบาภาระของครูทั้งด้านแรงงาน และเวลา ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนดีขึ้น สร้างความเชื่อมั่นให้แก่ครู เสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อสร้างความสนใจแก่ผู้เรียน และเข้าใจ เนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น ช่วยลดปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น ทั้งยังช่วยส่งเสริมการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

เปิดโอกาสทางการศึกษามากขึ้นและเป็นแหล่งวิชาเพื่อชุมชน การใช้สื่อขึ้นอยู่กับประสบการณ์ สภาพแวดล้อม สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ เทคนิคและวิธีการ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 193) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการเรียนการสอนเป็นกระบวนการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนโดยมีเนื้อหาทักษะและเจตคติที่ระบุในหลักสูตรเป็นสาร ครูผู้สอนเป็นผู้ส่งสารนักเรียนจะเป็นผู้รับสาร เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรม ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอน จะต้องมีสื่อการเรียนการสอนทำหน้าที่เป็นสื่อกลางถ่ายทอดแลกเปลี่ยนสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน สื่อการเรียนการสอน ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ สัญลักษณ์ หุ่นจำลอง ฯลฯ สามารถใช้เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดสารตามหลักสูตรไปยังผู้เรียน โดยผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ของผู้เรียนได้

Dale. (1965 : 42-43) ได้แบ่งสื่อการเรียนการสอนออกเป็น ดังนี้

1. สื่อประเภทวัสดุ หมายถึง สิ่งที่เกิดความรู้ได้ด้วยตนเอง แยกเป็น
 - 1.1 วัสดุที่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตนเอง และจะต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผนที่ลูกโลก
 - 1.2 วัสดุที่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตนเองและจะต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นเสียง ฟิล์ม สไลด์
2. สื่อประเภทอุปกรณ์ หมายถึง สิ่งที่ใช้เป็นตัวอย่างที่จะทำให้ข้อมูลจากวัสดุสามารถใช้ในการเรียนรู้ได้ ได้แก่ เครื่องฉาย เครื่องเล่นแผ่นเสียง วิทยุ
3. สื่อประเภทเทคนิคและวิธีการ หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเป็นความคิด และ ศูนย์การเรียน การสาธิต เป็นต้น

James W.Brown and Others. (1970 : 170-171) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอน ควรคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1. ความเหมาะสม (Appropriateness) วัสดุสนับสนุน จุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายเฉพาะในการเรียนการสอนหรือไม่ และเหมาะกับระดับชั้นหรือไม่
2. ความเชื่อถือได้ (Authenticity) วัสดุมีเนื้อหาถูกต้อง เทียบตรง ทันต่อเหตุการณ์หรือไม่ ตลอดจนผู้เขียนมีคุณภาพดีหรือไม่
3. ความสนใจ (Interest) วัสดุสามารถดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ได้หรือไม่ กระตุ้นใจผู้เรียนและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์หรือไม่
4. การรวบรวมและความสมดุล (Organization and Balance) วัสดุมีเนื้อหาจัดรวมและมีความสมดุลดีหรือไม่ มีจุดมุ่งหมายชัดเจนและง่ายที่จะเข้าใจหรือไม่ เนื้อหาชัดเจน และ

เสนอยังมีเหตุผลหรือไม่ มีรูปแบบการเขียนหรือภาพที่นำมาประกอบเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่

5. คุณภาพด้านเทคนิค (technical Quality) มีคุณภาพด้านเทคนิคพอใจหรือไม่ ภาพที่ประกอบชัดเจน สีที่ใช้เหมาะสม เสียงที่นำมาประกอบชัดเจนหรือไม่

6. ราคา (Cost) ราคาไม่แพงเกินไป หรือมีราคาคุ้มค่าต่อประโยชน์ที่ได้รับรวมทั้งเวลาที่ใช้ในการทำหรือไม่

จากแนวทางดังกล่าว สรุปได้ว่า ในการเลือกสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียน การสอนประสบความสำเร็จยิ่งขึ้นนั้น ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ความเหมาะสมสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชา
2. ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
3. เป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
4. ใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า

สรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความจำเป็นต่อการจัดการเรียน การสอนอย่างยิ่ง โดยมีหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งอาจารย์ผู้สอนต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในการผลิต จัดหา ซ่อมแซม บำรุงรักษาให้พร้อมทั้ง ปริมาณและคุณภาพ ตลอดจนสามารถใช้ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และเนื้อหาสาระของรายวิชาที่มีความเหมาะสมกับวัยของผู้ เรียน นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าเพื่อให้นักเรียนการสอนเกิดประสิทธิผลและมีประ สทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จินตนา พุทธิพันธ์ (2523 : 52-63) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสมบัติของสาร โดยใช้คำถามที่ต่าง ระดับกันและสื่อที่วัด ให้ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำ และคำถามปกติ ตามสื่อ ต่าง ๆ ที่จัดให้ พบว่า แตกต่างกัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 1-15) ได้กล่าวถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับ คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์

การสอนวิทยาศาสตร์ (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน
วิทยาศาสตร์, 2525 : 8-13) โดยสรุปได้ ดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบ
เสาะ ทำการตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ความรู้นี้จะถูกเก็บรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ดัง
นั้น จึงกล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดการกระทำ
อย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่างๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติ และจากสถานที่ที่อยู่
รอบๆ ตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นดังนี้คือ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน
พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผลและการนำไปใช้ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์, 2526 : 63-69) การ
แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษา
ค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ต้องขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์
ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้เรียกว่า เจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ ความอดทน ความมีเหตุผล
ไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ ความมีใจกว้าง ยอมรับ
ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะ
ค้นคว้าหา ความรู้ มีความซื่อสัตย์ สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และยอมรับความ
เปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าใหม่ ๆ ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อให้นักเรียนได้รับ
ทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้
จำแนกพฤติกรรมการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นำไปสร้างแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถด้านการวัดระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้
แล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด กฎและทฤษฎี
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูป
แบบใหม่ ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ

ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะ
อย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้าน การนิยามปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การจัดหมวดหมู่ข้อมูลการสรุปและการนำเสนอผล

ดังจะเห็นได้จากผลงานวิจัยของ จรรยา สุวรรณทัต (2516 : 10-17) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในระดับชั้นต่าง ๆ พบว่านักเรียนที่มีโอกาสในการปฏิบัติการทดลองมาก ๆ จะมีผลสัมฤทธิ์สูง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความต้องการที่จะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองแต่นักเรียนขาดโอกาสที่จะได้ทดลองเพื่อสัมผัสกับเนื้อหาวิชานั้นจริง ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ บัณฑิต กลิ่นเกษร (2519 : 41-43) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ป.กศ. ต้นที่สอนโดยครูสอนปกติ และที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยครูสอนตามปกติกับที่เรียนจากชุดทดลอง พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า อาจเป็นเพราะผู้เรียนไม่เคยเรียนโดยการค้นคว้าหาความรู้เอง

จากงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการศึกษาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่ต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนโดยปกติจะพบว่า มีทั้งให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้งานวิจัยยังพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามไปด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหา ว 033 เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาหลักสูตร

ความหมายของการพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงและกำหนดให้หลักสูตรนั้นดีขึ้นเป็นคำที่มีความหมายรวมถึงตั้งแต่การวางแผนหลักสูตร (Planing) การใช้หลักสูตร (Implementation) และการประเมินหลักสูตร (Evaluation) บางครั้งจะใช้คำว่าปรับปรุงหลักสูตร (Curriculum Improvement) ในความหมายเดียวกับการพัฒนาหลักสูตร (Olyvia, 1988 : 26)

รวัชชัย ชัยจิรฉายากุล (2527 : 12-14) กล่าวว่า การพัฒนาหลักสูตรเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของหลักสูตร ซึ่งหมายถึง ธรรมชาติหรือหลักการของหลักสูตรว่าเป็นอย่างไร อาจหมายรวมถึงข้อตกลงหรือการยอมรับที่เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ของหลักสูตร คุณสมบัติหรือหลักการที่สำคัญมี 2 ประการคือหลักสูตรมีลักษณะเป็นพลวัต (Dymamic) มีการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของสังคมอยู่เสมอ กิจกรรมและประสบการณ์ที่จัดให้ผู้เรียนต้องเหมาะสมในระยะเวลา นั้น ๆ ประการสุดท้าย คือหลักสูตรเป็นกระบวนการต่อเนื่องมีการเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของสังคมที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา

การพัฒนาและจัดสร้างชุดการสอน

วิชัย วงศ์ใหญ่ (2532) เสนอแนวคิด การพัฒนาหลักสูตรแบบครบวงจร ซึ่งประกอบด้วยระบบที่สัมพันธ์กัน 3 ระบบ คือ ระบบการร่างหลักสูตรระบบการนำหลักสูตรไปใช้และระบบการประเมินหลักสูตร

สมบุญรณ์ ต้นยะ (2524) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพด้านการสอนของครูประจำการระดับประถมศึกษา โดยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนั้นการสำรวจความต้องการของครูภายหลังจากได้ข้อมูลแล้ว นำมาจัดทำพัฒนาโครงสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมซึ่งจะประกอบไปด้วยจุดมุ่งหมายหลักและจุดมุ่งหมายย่อย ความรู้พื้นฐาน เนื้อหาวิชา กิจกรรม การฝึกอบรม การวัดและการประเมินผลการฝึกอบรม ขั้นตอนการประเมินผล และการปรับปรุงหลักสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สุธชาติ ลีตระกูล (2531) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรเพื่อลูกกรรมการก่อสร้างก่อนวัยเรียน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้ ขั้นการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน ขั้นการ

ร่างและการพัฒนาหลักสูตรคือ การนำผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานมากำหนดเป็นประเด็นต่าง ๆ กัน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ทำการประเมิน นำผลจากการประเมินมาปรับปรุงหลักสูตรชั้นทดลองใช้หลักสูตร และขั้นการประเมินการใช้หลักสูตร

เจือจันทร์ โคตรอาสา (2532) ได้ผลิตชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และทำการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน พบว่า มีประสิทธิภาพ 98.40 / 87.05 และได้ทำการหาความก้าวหน้าทางการเรียนชุดการสอนที่จัดสร้างขึ้นโดยใช้คะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กมล ชูสมัย (2534) ได้ทำการสร้างโมดูลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และทำการหาประสิทธิภาพของโมดูลที่สร้างขึ้นพบว่ามีประสิทธิภาพ 81.75 / 81.68

การจัดสร้างเอกสารทางวิชาการขึ้นใหม่ นิยมนำมาหาประสิทธิภาพของหลักสูตรชุดการสอนโมดูลหรือหน่วยการเรียนรู้ที่จัดสร้างขึ้น (กมล ชูสมัย, 2534) ซึ่ง จรัสโสม นาโค (2520) อ้างถึง แนวคิดของ ลอเรนซ์ (Lawrence) ในการตรวจสอบประสิทธิภาพไว้เป็นแนวทาง คือ วัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ในแต่ละบทเรียนต้องชัดเจนเพื่อผู้เรียนจะได้เรียนรู้ เข้าใจถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนก่อนที่จะเริ่มต้นเรียน เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย การจัดกิจกรรมต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และมีการประเมินผลเบื้องต้น ซึ่งแปลความหมายเป็นเชิงปฏิบัติ (เจือจันทร์ โคตรอาสา, 2532 : 34-38) โดยการนำคะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดหรือผลงานขณะประกอบกิจกรรมขณะเรียนและคะแนนหลังเรียนมาคำนวณหาค่า E_1 / E_2 (เบญจลักษณ์ เดชครุฑ, 2534)

การบูรณาการหลักสูตร (Curriculum Integration)

สมโภชน์ อเนกสุข (2539 : 25) ได้กล่าวไว้ว่า การบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาหลักสูตรซึ่งผู้ที่วางแผนหลักสูตรจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับการรวบรวมเนื้อหาสาระของสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกันขึ้นอยู่กับปรัชญาและความรู้ทางธรรมชาติของผู้เรียน วัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งคำจำกัดความนี้อาจกล่าวได้ว่า การบูรณาการหลักสูตร นับเป็นความสัมพันธ์ของประสบการณ์การเรียนรู้จากหลักสูตรเป็นการจัดแบบของประสบการณ์และการเรียนรู้เหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีมุมมองและพฤติกรรมของสาขาวิชาที่แตกต่างกันเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Tyler, (1949 : 85) ซึ่งกล่าวว่า ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และเนื้อหาสาระของสาขาวิชาหนึ่งสามารถมีความสัมพันธ์กับสาขาวิชาอื่น ๆ โดยการประยุกต์ไม่จำกัดวิธีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังช่วยให้คิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ให้เกิดความรู้ใหม่ขึ้นมา

Taba. (1962 : 298) กล่าวไว้ว่า การตัดสินใจเลือกเนื้อหาสาระของรายวิชาที่ต้องการเรียนรู้ให้ดีขึ้นนั้นนักวางแผนหลักสูตรจึงต้องกำหนดบทบาทของตนเองให้เหมาะสม ดังนี้

รายวิชาที่แยกจากกัน (Discrete Subject)	ความสัมพันธ์ (Correlation)	การบูรณาการ (Integration)

Ingram, (1979 : 2-26) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของการบูรณาการเนื้อหาว่า การบูรณาการเนื้อหาที่ใกล้เคียงกัน เช่น วิชาพฤกษศาสตร์บูรณาการเป็นวิชาชีววิทยา และวิชาชีววิทยาบูรณาการเป็นสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์หรือเช่น วิชาก่อสร้างจะประกอบด้วยวิชาสถาปัตยกรรม คณิตศาสตร์ ประวัติศาสตร์สังคมวิทยา ภูมิศาสตร์ ศิลป วิทยาศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นการบูรณาการ จะมี 4 ระดับ คือ

1. ระดับเนื้อหาในรายวิชาเดียวกัน อาจจะระดับชั้นเดียวกันหรือต่างระดับชั้นก็ได้
2. ระดับรายวิชา
3. การร่วมกันของสหวิทยาการ
4. ระดับสาขาวิชาที่คุณลักษณะ

การสร้างเนื้อหาการสอนเรื่องน้ำกระด้าง

แนวความคิดเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรจึงจัดเป็นขอบเขตที่กว้างกว่าการบูรณาการ แต่ทั้งสองแบบนี้จะมีลักษณะการดำเนินการจัดการที่คล้ายคลึงกันดังนี้

1. การสร้างข้อมูลพื้นฐาน เพื่อที่จะสร้างหลักสูตรตามความต้องการที่แท้จริงของสังคม
2. การร่างหลักสูตร
3. การทดลองใช้หลักสูตร เพื่อหาประสิทธิภาพ
4. การปรับปรุงแก้ไข
5. การนำไปทดลองใช้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รวบรวมไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกชัย เอื้อเฟื้อ (2537 : 42) ได้กล่าวถึง การดำเนินการพัฒนาหลักสูตรและการบูรณาการหลักสูตรจะก่อให้เกิดหลักสูตรหรือชุดการบูรณาการที่ภายในประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์
2. ขอบเขตของเนื้อหา
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. สื่อและอุปกรณ์การเรียน
5. การประเมินผล

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการศึกษาและมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการเรียนการสอน เพราะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยในการวิจัยผู้เรียน ผลจากการวัดและประเมินผล จะช่วยให้ครูนำมาวางแผนในการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้องตรงกับความเป็นจริงและแก้ปัญหาได้ถูกจุดซึ่งจะทำให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมและทำให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการวัดผลและประเมินผล ดังต่อไปนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2528 : 40) ได้ให้ความหมายของการวัดผลทางการศึกษาว่า คือ กระบวนการที่พยายามค้นหาระดับแสดงถึงปริมาณของลักษณะ ในตัวบุคคลหรือสิ่งของหรือเหตุการณ์

กานดา พูนลาภทวี (2528 : 3) ได้ให้ความหมายของการวัดผลว่า หมายถึง การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้เข้ากับสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์โดยการกำหนดปริมาณของสิ่งที่ต้องการจะได้

พนัส หันนาคินทร์ (2528 : 243) ได้ให้ความหมายของการวัดผลว่าหมายถึง การเปรียบเทียบสิ่งที่เราต้องการทราบ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับมาตรฐานที่เรากำหนดขึ้นใช้หรือมาตรฐานที่เป็นมาตรฐานที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดผล คือ การกำหนดหน่วยให้แก่ปริมาณของสิ่งที่ต้องการจะวัดได้โดยใช้เครื่อง

มือวัดเพื่อทราบปริมาณ จำนวน หรือคุณภาพในสิ่งของเหตุการณ์ หรือตัวบุคคล

กิริติ ศรีวิเชียร (2531 : 26) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง 44 กระบวนการกำหนดคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งภายในโรงเรียน ซึ่งสิ่งนั้นได้รับการนิยามเอาไว้อย่างชัดเจน และรวมถึงการกำหนดประสิทธิผลในการดำเนินงานของโรงเรียนอีกด้วย ผลที่ได้รับจากการประเมินจะทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่จำเป็นกับสิ่งที่คาดหวังเอาไว้ว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใดหรือไม่

พนัส หันนาคินทร์ (2528 : 243-244) กล่าวว่า การประเมินผลเป็นการนำคะแนนหรืออาจจะเรียกได้ว่าการนำข้อมูลมากำหนดคุณค่าว่า คะแนนที่นักเรียนคนใดคนหนึ่งได้รับนั้นมีคุณค่าน่าพึงพอใจเพียงใด การประเมินผลนั้นไม่มีมาตรฐานตายตัวอาจจะต้องพิจารณาถึงสิ่งแวดล้อมและองค์ประกอบอื่นอีกโดยเหตุนี้จึงมักจะถือว่าการประเมินผลมีลักษณะเชิงปรัชญา ส่วนการวัดผลนั้นถือว่ามีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์

กานดา พูนลาภทวี (2528 : 2) ได้ให้ความหมายของการประเมินผลว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือการกระทำ ใด ๆ โดยเปรียบเทียบเป็นเกณฑ์ที่มีความหมายกว้างกว่าการวัดผล จะครอบคลุมทั้งปริมาณและคุณภาพ การประเมินผลจึงเป็นกระบวนการที่ต้องการมีการวัดแล้ววินิจฉัยตัดสินคุณค่าที่ได้จากการวัดอย่างมีกฎเกณฑ์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการวัดเป็นส่วนหนึ่งของการประเมิน การประเมินที่ดีจึงอยู่บนรากฐานของการวัด

นอกจากนี้ กรมวิชาการ (2523 : 10) ได้แสดงถึงความสำคัญของการประเมินผลที่มีต่อกระบวนการเรียนการสอนไว้ว่า การประเมินผลช่วยบอกให้ทราบว่าสถานการณ์การเรียนการสอนและวิธีการสอนที่ใช้หรือปฏิบัติอยู่นั้นสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของหลักสูตรได้มากน้อยเพียงใด ควรจะปรับปรุงแก้ไขสถานการณ์การเรียนการสอนให้ดีขึ้นอย่างไร ตลอดจนบอกให้ทราบว่าความมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ นั้น สามารถปฏิบัติให้เป็นไปได้จริงหรือไม่ ทำให้การพัฒนาหลักสูตรดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

สรุปความหมายของการประเมินผลจากการนักการศึกษาดังกล่าว ได้ว่าการประเมินผลคือ กระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือการกระทำใด ๆ โดยการนำผลที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

กล่าวโดยสรุปแล้ว การวัดและประเมินผลเป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนว่า มีความรู้ ทักษะ เจตคติ เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ กระบวนการเรียนการสอนที่จัดไว้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนมากน้อยเพียงใด

ประเภทของการประเมินผล

สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2536: 51-54) ได้กล่าวถึงประเภทของการประเมินผล จำแนกตามจุดประสงค์สรุปได้ดังนี้

1. การประเมินผลก่อนเรียน เป็นการประเมินเพื่อช่วยให้ครูได้ทราบสถานภาพของนักเรียนแต่ละคนว่ามีพื้นฐานเพียงพอที่จะเริ่มต้นเรียนตามรายวิชานั้นหรือไม่ หากนักเรียนมีพื้นฐานไม่ดีพอ ครูจะต้องสอนเพิ่มเติมให้เสียก่อนเป็นการปรับปรุงแก้ไขนักเรียนให้มีพื้นฐานที่ดีตั้งแต่ต้น
2. การประเมินผลระหว่างเรียน จะเป็นการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน โดยหลังจากที่ครูสอนไประยะหนึ่งจะต้องมีการประเมินผลนักเรียนว่ามีความสามารถตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์ใดก็จะได้ปรับปรุงการเรียนการสอนของนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยก่อนที่จะสอนจุดประสงค์อื่นต่อไป
3. การประเมินผลรวม จะเป็นการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการสอนแต่ละรายวิชาหรือโปรแกรมการสอนเพื่อตัดสินความสามารถของนักเรียนว่า ตั้งแต่เริ่มเรียนจนจบรายวิชานักเรียนมีความสามารถตามจุดประสงค์ของรายวิชานั้นมากน้อยเพียงใด

กรมสามัญศึกษา (2532 : 98-99) ได้กำหนดให้โรงเรียนมัธยมศึกษาจัดการประเมินผลการเรียนการสอนโดยยึดระเบียบกระทรวงศึกษาธิการซึ่งว่าด้วยการประเมินผลการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 สถานศึกษามีหน้าที่ประเมินผลการเรียนการสอนตามความเห็นของกลุ่มโรงเรียน โดยทำการประเมินให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละรายวิชา การทำการประเมินผลเพื่อปรับปรุงผลการเรียนต้องแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และเกณฑ์ขั้นต่ำ การผ่านรายวิชาแก่ผู้เรียนก่อนสอนรายวิชานั้น มีการประเมินผลก่อนเรียนเพื่อทราบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน และประเมินผลระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ เพื่อทราบผลการเรียนตลอดจนนำผลไปรวมกับการประเมินผลปลายภาคเรียน ส่วนพฤติกรรมที่ต้องประเมินมี 3 ด้านคือ พุทธิพิสัยทักษะพิสัยและจิตพิสัย ซึ่งผู้สอนจะต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกพฤติกรรมโดยกลุ่มโรงเรียนต้องกำหนดจุดประสงค์ที่จะวัด เพื่อประเมินผลทั้งการวัดรายจุดประสงค์ การวัดระหว่างภาค และการวัดผลปลายภาค ส่วนโรงเรียนต้องกำหนดพฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่ประเมินในแต่ละรายวิชาไว้เป็นหลักฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดผลและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาชั้น Leopold E. Klopfr. in Benjamin S. Bloom and Others. (1971 : 561-580) ได้จำแนกพฤติกรรมในการเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ โดยเฉพาะ ซึ่งครูผู้สอนสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่านักเรียนเรียนรู้เนื้อหา นั้น ๆ ได้ลึกซึ้งกว้างขวางเพียงใดหรือไม่ พฤติกรรมการเรียนรู้ตามการจำแนกของleopold E. Klopfer. มีดังนี้ คือ

1. ความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and Comprehensive) 2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods)

4. ทักษะคิดและความสนใจ (Attitude and Interests)

5. ทักษะปฏิบัติการ (Manual Skills.)

6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (Orientation)

นอกจากนี้ ประวิตร์ ชูศิลป์ (2524 : 15-17) ได้กล่าวถึงหลักการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. การประเมินผลด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) โดยครูผู้สอนจะต้องสร้างเครื่องมือขึ้นมาใช้วัดซึ่งก็คือแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) นั้นเองแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือใช้วัดความรู้ ความเข้าใจและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ตลอดจนทักษะบาง อย่างที่เกี่ยวข้องกับด้านนี้ ซึ่งผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตร

2. การประเมินผลด้านการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) เป็นการประเมินผลทักษะในการปฏิบัติและดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งจะมีทักษะสำคัญที่ควรเกี่ยวข้องอยู่ 2 อย่าง คือ

2.1 ทักษะทางสมอง (Intellectual Skills) เช่นทักษะในการคิด ทักษะในการคำนวณ ทักษะในการแปลความหมาย

2.2 ทักษะในการทำหรือปฏิบัติ (Manipulative Skills) เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด เช่น ทักษะในการหยิบ จับและใช้เครื่องมือทดลอง ทักษะในการสังเกต ทักษะการจดบันทึกข้อมูล ทักษะในการเขียนกราฟหรือการจัดกระทำข้อมูล

3. การประเมินผลทางด้านความรู้สึก (Affective Domain) การประเมินผลด้านนี้กระทำได้ยากกว่าด้านอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้สึก ที่จะใช้เป็น

เกณฑ์สำหรับการประเมินผลเป็นเรื่องที่กระทำได้ยากเพราะพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาหลาย ๆ ครั้งประกอบกับวิธีอื่น ๆ การสร้างเครื่องมือหรือแบบทดสอบ เพื่อใช้วัดผลด้านความรู้ สึกให้ค่าสถิติต่าง ๆ เป็นเกณฑ์ของแบบทดสอบที่ดี สูงจนถึงขั้นที่จะยอมรับได้นั้นก็กระทำได้ยากและมีตัวแปรมาก

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : 3-4) ได้ชี้แจงถึงการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ว่า การประเมินควรเน้นให้ครบทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ วิธีการในการประเมินผลสามารถทำได้หลายรูปแบบเป็นต้นว่า การตอบแบบสอบถาม การตอบแบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง การตอบคำถาม การอภิปรายและการรายงาน ซึ่งครูอาจารย์ผู้สอนควรมีความสามารถในการสร้างและเลือกใช้เครื่องมือ

โครงสร้างหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

**โครงสร้างหลักสูตร วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**

วิชาบังคับแกน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ว 101 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 102 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ว 203 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 204 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ว 305 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 306 วิทยาศาสตร์ 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายรายวิชา

ว 101 วิทยาศาสตร์

ศึกษา ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ความสำคัญ และสมบัติของน้ำและสารรอบตัว การแยกสารหรือสิ่งเจือปนออกจากกัน การระมัดระวังและรับผิดชอบต่อในการใช้น้ำ สารรอบตัวและผลิตผลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ เรื่องสารต่าง ๆ สามารถใช้อุปกรณ์พื้นฐาน มีทักษะในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนมีความตระหนักในบทบาทและผลกระทบในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ว 102 วิทยาศาสตร์

ศึกษา ทดลอง และอภิปราย เกี่ยวกับส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิตการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ เทคโนโลยีที่ใช้ในการขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์ การสร้างอาหาร การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช บทบาทและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม สามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิต คิดค้น และแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงคุณค่า และเห็นความจำเป็นที่จะต้องรักษาสมดุลของธรรมชาติ

ว 203 วิทยาศาสตร์

ศึกษา ทดลอง เกี่ยวกับสารอาหาร ศึกษาการกินอาหาร การหลีกเลี่ยงสิ่งเป็นพิษในอาหาร กระบวนการย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดการกำจัดของเสีย การดูแลสุขภาพกายและสุขภาพจิต การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ของคน การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การผสมเทียม การควบคุมจำนวนประชากร เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับตนเอง สามารถดูแลตนเองและครอบครัวให้มีความสมบูรณ์ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ว 204 วิทยาศาสตร์

ศึกษา ทดลอง เกี่ยวกับกำเนิดโลก ศึกษาส่วนประกอบของโลก การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกและผลกระทบที่เกิดขึ้น ทรัพยากรธรรมชาติทั้งที่มีอยู่ในดินและน้ำ การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการอนุรักษ์ การพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโลกทรัพยากรธรรมชาติ ตระหนักในคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทย อนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ว 305 วิทยาศาสตร์

ศึกษา ทดลอง อภิปราย และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมบัติและความสำคัญของ บรรยากาศที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต ศึกษาการใช้เทคโนโลยีในการสำรวจภาค พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนและพลังงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ความก้าวหน้าในการหาแหล่งเชื้อเพลิงเพื่อนำมาผลิตพลังงานต่าง ๆ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและเห็นคุณค่าของบรรยากาศและพลังงานในการดำรงชีวิต ใช้พลังงานอย่างประหยัดสนใจที่จะติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยีและผลกระทบที่มีต่อโลก

ว 306 วิทยาศาสตร์

ศึกษา ทดลอง และอภิปราย เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารและยานพาหนะที่นำมาใช้ในการเพิ่มปริมาณ คุณภาพและการจัดการกับผลผลิตที่สำคัญของประเทศไทยสำหรับใช้ภายในประเทศและส่งออกเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับหลักการ ของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องมือสื่อสารและยานพาหนะ สามารถรู้จักใช้เครื่องใช้ได้อย่างถูกต้อง ประหยัด ปลอดภัยและตระหนักถึงความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มและการจัดการผลผลิต

โครงสร้างหลักสูตรเคมี

โครงสร้างหลักสูตรเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533 ได้จัดทำในรูปของรายวิชาย่อยจำนวน 6 รายวิชา สำหรับนักเรียนที่ต้องการเน้นหนักทางด้านวิทยาศาสตร์โดยมีโครงสร้างของหลักสูตร ดังนี้

วิชาบังคับเลือก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ว 431 เคมี 4 คาบ/สัปดาห์/ภาค 2 หน่วยการเรียนรู้

วิชาเลือกเสรี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ว 031 เคมี 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ว 032 เคมี 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 033 เคมี 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ว 034 เคมี 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ว 035 เคมี 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีผู้แจ้งพบเห็นและตั้งข้อสงสัยถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งแต่ละรายวิชาจะมีเนื้อหาเน้นหนักไปในด้าน หลักการ ทฤษฎี และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาเคมี แต่ละรายวิชาจะมีพื้นฐานวิชาต่อเนื่องกันและในร่างหลักสูตรเคมีใหม่นี้ได้พยายามสอดแทรกเรื่องราวเคมี ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและสภาพแวดล้อมไว้ด้วยรวมทั้งได้กล่าวถึงอุตสาหกรรมภายในประเทศที่ได้นำเอาหลักการสำคัญของปฏิกิริยาเคมีมาใช้ประโยชน์

โดยเนื้อหาสาระวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจะมีจำนวนทั้งสิ้น 18 บท โดยจัดให้เรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ รหัสวิชา ว 431 จำนวน 3 บท และรหัสวิชา ว 031 จำนวน 3 บท ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คือ รหัสวิชา ว 032 จำนวน 3 บท และรหัสวิชา ว 033 จำนวน 3 บท ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือรหัสวิชา ว 034 จำนวน 3 บท และรหัสวิชา ว 035 จำนวน 3 บทซึ่งจัดเรียงเนื้อหาสาระตามบท ดังนี้

บทที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วยสารและสมบัติของสาร ธาตุและสารประกอบ สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย การแยกสารและการเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ

บทที่ 2 เรื่องโครงสร้างอะตอม ประกอบด้วยแบบจำลองอะตอม ของดอลตัน แบบจำลองอะตอมของทอมสัน แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดแบบจำลองอะตอมของโบว์พลังงานไอออไนเซชัน การจัดอิเล็กตรอนและแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

บทที่ 3 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ประกอบด้วยระบบปิดและระบบเปิดอัตราส่วนโดยมวลของธาตุรวมกันเป็นสารประกอบ มวลอะตอม ขนาดโมเลกุลมวลโมเลกุล โมล สูตร และสมการเคมี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2534)

บทที่ 4 เรื่องก๊าซ ของเหลว ของแข็ง ประกอบด้วย สถานะของสารสมบัติของก๊าซ ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ สมบัติของของเหลว สมบัติของของแข็งและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับก๊าซ และของเหลว

บทที่ 5 เรื่องตารางธาตุ ประกอบด้วยสมบัติของธาตุ สารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล การจัดธาตุเป็นหมวดหมู่ การจัดธาตุเป็นหมวดหมู่ของนักเคมียุคต่าง ๆ และตารางธาตุในปัจจุบัน

บทที่ 6 เรื่องพันธะเคมี ประกอบด้วย แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลพันธะโควาเลนต์ โครงสร้างของโมเลกุลโควาเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโควาเลนต์ พันธะโควาเลนต์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ผู้จัดทำไม่มีผู้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ กับโครงผลึกวางตาข่าย พันธะไอออนิกสารประกอบไอออนิก สมการไอออนิก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2534)

บทที่ 7 เรื่องสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ประกอบด้วยสมบัติของธาตุในตารางธาตุ สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ปฏิริยาของธาตุและสารประกอบตามหมู่ ตำแหน่งของไฮโดรเจนในตารางธาตุ ธาตุทรานสิชัน ธาตุกัมมันตรังสี การทำนายตำแหน่ง และสมบัติของธาตุในตารางธาตุ ธาตุ และสารประกอบบางชนิดในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

บทที่ 8 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ประกอบด้วยสารละลาย ปริมาณสารสัมพันธ์ของก๊าซ การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับสูตรและสมการเคมี

บทที่ 9 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งประกอบด้วยความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีและการอธิบายผลของปัจจัยต่าง ๆ ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2534)

บทที่ 10 เรื่องสารประกอบของคาร์บอน ประกอบด้วย สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบของคาร์บอน ซึ่งมีหมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะ

บทที่ 11 เรื่องสารชีวโมเลกุล ประกอบด้วย อาหารกับการดำรงชีวิตอาหารกับสารชีวโมเลกุล

บทที่ 12 เรื่องผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี ประกอบด้วย ปิโตรเคมี พอลิเมอร์ พลาสติก เส้นใย ยาง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ ภาวะมลพิษที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2534)

บทที่ 13 เรื่องสมดุลเคมี ประกอบด้วย ปฏิริยาที่ผันกลับได้ ภาวะสมดุลค่าคงที่สมดุล ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ความดันและอุณหภูมิที่มีต่อภาวะสมดุล หลักของเลอชาเตอลิเอ

บทที่ 14 เรื่องกรด-เบส ประกอบด้วย สารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายกรดและสารละลายเบส ทฤษฎีกรด-เบส คู่กรด-เบส การแตกตัวของกรดและเบส การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ การเปลี่ยนความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน pH ของสารละลาย อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส สารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวันและในสิ่งมีชีวิต

บทที่ 15 เรื่องกรด-เบส 2 ประกอบด้วย ปฏิริยาของกรดและเบสการไทเทรตกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2534)

บทที่ 16 เรื่องปฏิกิริยาเคมี 1 ประกอบด้วย ปฏิกิริยาเคมีกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอน การสมดุลสมการรีดอกซ์ เซลล์ไฟฟ้าเคมี

บทที่ 17 เรื่องปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี 2 ประกอบด้วยประโยชน์ของเซลล์กัลวานิก ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ การผุกร่อนของโลหะและการป้องกันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

บทที่ 18 เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม ประกอบด้วยอุตสาหกรรมแร่ อุตสาหกรรมเซรามิกส์ อุตสาหกรรมการผลิต และการใช้ประโยชน์จากไซเตียมคลอไรด์ อุตสาหกรรมปุ๋ย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2534)

สรุปได้ว่า เนื้อหาสาระของวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นเนื้อหาที่เป็นความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์สมบัติของสาร พลังงาน และการเปลี่ยนแปลงซึ่งสอดคล้องตรงเรื่องราวเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและสภาพแวดล้อม และสอดคล้องการนำความรู้ทางเคมีไปใช้ในชีวิตประจำวัน อุตสาหกรรมภายในประเทศ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษขึ้นได้

หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับน้ำกระด้าง

บทเรียนเกี่ยวกับเรื่องน้ำกระด้างที่บรรจุไว้ในหลักสูตร 2 ระดับ คือระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ว 101 เรื่อง น้ำอ่อนน้ำกระด้าง ได้กล่าวถึงการทดลองที่ใช้ น้ำสบู่ทดสอบความกระด้างซึ่งเป็นวิธีประเมินค่าเท่านั้น และมักก่อให้เกิดปัญหาในการอนุมานแบบแปลความหมาย ผลการทดลองผิดอยู่เสมอ กล่าวคือ น้ำที่มีความกระด้างมากกลับมีค่าความสูงของฟองสบู่ต่ำ ส่วนน้ำกลั่น(น้ำอ่อน)กลับมีค่าความสูงของฟองสบู่สูง และยังพบว่ามีปัญหาในเรื่องการจำแนกระดับความกระด้างของน้ำประเภทต่าง ๆ ไม่มีสีให้สังเกตเห็นทำให้ไม่สะดวกต่อการนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ต่อจากนั้นได้บรรจุไว้ในหลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี เล่ม 4 ว 033 บทที่ 11 เรื่อง การทดสอบประสิทธิภาพของสบู่และผงซักฟอก ซึ่งกล่าวแต่เพียงว่าน้ำกระด้างจะทำให้สบู่ตกตะกอนที่ถาวรเป็นโคลสบู่ ทำให้สบู่ไม่เกิดฟองขึ้นเปลืองสบู่มาก ทั้งที่ความเป็นจริงแล้วเรื่องน้ำกระด้างนี้เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียนเป็นประจำวันอยู่เสมอ

สำหรับเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำกระด้าง ไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งที่เรื่องน้ำกระด้างนี้เป็นสิ่งที่ใช้กับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยมีกล่าวไว้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเท่านั้น อุมภาพร ตัณฑุลเวสส ได้ทำการใช้ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาค

สนามที่จัดสร้างขึ้น มีค่าความเชื่อมั่นสูงถึง 0.9935 และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความกระด้างตามเกณฑ์ การประเมินที่ตั้งไว้ พบว่า ผลการใช้งานได้ผลดี นอกจากนี้ ได้ทดลองนำไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสิงหราชพิทยา จำนวน 43 คน ทดลองใช้งาน พบว่า ร้อยละ 93.02 ให้ความเห็นว่า ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามที่สร้างขึ้นนี้ มีความสะดวกต่อการใช้งานและเคลื่อนย้าย ร้อยละ 88.37 ให้ความเห็นว่า เกณฑ์ที่จัดสร้างขึ้นละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้ตรวจวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำดื่มได้

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นว่าการจัดสร้างหลักสูตรมีขอบเขตกว้างขวางกว่าการจัดสร้างชุดการสอน แต่อย่างไรก็ตามการจัดสร้างเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนที่มีขั้นตอนของการดำเนินการ คือ การรวบรวมแนวความคิดนำมาเป็นจุดประสงค์การจัดสร้าง การประเมินผลเบื้องต้น การนำไปทดลองใช้ และการประเมินผลขั้นสุดท้าย

สาระสำคัญของความกระด้างของน้ำ

ความหมายของน้ำกระด้าง (Hardness Water)

Skoog & West (1978 : 27) ได้กล่าวไว้ว่า ความหมายเดิมของความกระด้างของน้ำ หมายถึง ความสามารถของน้ำที่ตกตะกอนสบู่ โดยสบู่จะทำให้ตกตะกอนโดย Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในน้ำเป็นส่วนใหญ่แต่อาจจะตกตะกอนโดยอิออนตัวอื่น เช่น Al^{3+} , Sr^{2+} และ Zn^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} โดย Al^{3+} และ Fe^{2+} อาจทำให้เกิดความกระด้างบ้างแต่เป็นส่วนน้อยทั้งนี้การละลายของอิออนเหล่านี้มีค่าที่จำกัด ในค่าความเป็นกรดเป็นด่างหรือค่า pH ของน้ำตาม ธรรมชาติ จึงทำให้ความกระด้างของอิออนเหล่านี้หมดความหมายไป ยกเว้น Ca^{2+} และ Mg^{2+}

กรณิการ์ สิริสิงห์ (2522 : 100) ได้กล่าวถึง แอนอิออนที่มีประจุล ทำให้เกิดความกระด้าง สามารถเรียงลำดับตามปริมาณที่มีอยู่ในน้ำธรรมชาติจากมากไปหาน้อย HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , SiO_3^{2-}

เนื่องจากน้ำตามธรรมชาติมีอิออนของ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในปริมาณที่มากกว่าแม้ว่าอิออนประจุบวกและลบบางชนิดจะทำให้เกิดความกระด้างเหมือนกันแต่เมื่อเทียบกับ Ca^{2+} และ Mg^{2+} แล้ว จะหมดความหมายไป ดังนั้น ค่าจำกัดความของความกระด้างของน้ำ หมายถึงคุณสมบัติน้ำที่แทนค่าความเข้มข้นทั้งหมดของ CaCO_3 ต่อน้ำ 1 ลิตร ค่านี้เป็นค่าที่นิยมใช้ ในหน่วย ppm. หรือ 1 ในล้านส่วน (parts per million) ถ้ามีน้ำมีอิออนที่มีประจุ

บวกตัวอื่น ซึ่งมากพอที่จะทำให้เกิดความกระด้างก็ต้องนำมาคำนวณด้วย โดยเปลี่ยนอิออนที่มีประจุบวก (AOAC, 1990 : 23) แต่ละตัวด้วยค่าแฟกเตอร์ที่ปรากฏได้ ดังตารางที่ 1 ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของ CaCO_3 หลังจากรวมผลทั้งหมดของอิออนประจุบวกเข้าด้วยกัน ผลรวมนี้จะเป็นค่าความกระด้าง (Hardness)

ตารางที่ 1
แฟกเตอร์ที่เปลี่ยนอิออนประจุบวกต่าง ๆ ให้เป็นค่า
มิลลิกรัม ต่อลิตรของ CaCO_3 (ความกระด้าง)

Cation	Factor	Cation	Factor
Ca	2.497	Al	5.564
Mg	4.116	Zn	1.531
Sr	1.142	Mn	1.822
Fe	1.792	Ba	0.37
K	1.28	Na	2.18

การแบ่งความกระด้างของน้ำ

น้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะมีความกระด้างไม่เท่ากัน ตามปกติน้ำใต้ดินจะมีความกระด้างสูงกว่าน้ำผิวดิน สำหรับน้ำประปาควรมีความกระด้างประมาณ 50-80 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของ CaCO_3 ถ้ากระด้างน้อยกว่าระดับนี้ จะเป็นน้ำอ่อน ไม่เหมาะสมต่อการทำน้ำประปาเพราะจะละลายตะกั่วที่ใช้ทำท่อน้ำได้ทำให้ผู้บริโภคน้ำได้รับพิษจากสารตะกั่ว แต่ถ้าใช้น้ำกระด้างระดับเหมาะสม ที่บริเวณผิวของท่อประปาจะเกิดสารประกอบ PbCO_3 หุ้มอยู่ ตะกั่วที่ใช้ทำท่อจึงไม่ละลาย (กรรณิการ์ สิริสิงห์ : 2522 : 106) และ ณรงค์ วุฑฒเสถียรได้ให้เกณฑ์การแบ่งความกระด้างมีกำหนดช่วงความกระด้างไว้ ดังปรากฏในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2
เกณฑ์การแบ่งความกระด้างของน้ำ

ความกระด้าง ppm. ในรูปของ CaCO_3	สภาพน้ำ
0 - 50	น้ำอ่อน
50 - 100	ค่อนข้างอ่อน
100 - 150	กระด้างเล็กน้อย
150 - 250	ค่อนข้างกระด้าง
250 - 350	กระด้าง
มากกว่า 350	กระด้างมาก

(ที่มา : ณรงค์ วุทธเสถียร : การปรับสภาพน้ำในอุตสาหกรรม และหม้อไอน้ำ, 2526 :

21)

น้ำกระด้างไม่เหมาะต่อการใช้ซักฟอกและชำระร่างกาย ตลอดจนการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งนี้เนื่องจากอิออนของแคลเซียมและแมกนีเซียมทำให้สบู่ตกตะกอน จึงทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายมากในการซักฟอกและชำระร่างกายนอกจากนี้ ในทางอุตสาหกรรมจะทำให้เกิดตะกอนจับอยู่ภายในหม้อน้ำ ซึ่งเป็นการทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง การขยายตัวของตะกอนที่จับอยู่บนแผ่นเหล็กที่ใช้ทำหม้อน้ำไม่เท่ากันอาจเกิดการกระแทกของตะกอนไหลไปอุดตันตามท่อส่งไอน้ำ เป็นเหตุให้เกิดการระเบิดของหม้อไอน้ำ ด้วยเหตุนี้การต้มน้ำที่มีความกระด้างสูงติดต่อกันเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดโรคนิวแกผู้ดื่มได้ (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2520 : 11) ถ้าระดับความกระด้างของน้ำดื่มต่ำกว่า 300 ppm. ยอมรับกันว่าเป็นน้ำดื่มได้ แต่ถ้ามีความกระด้างสูงกว่า 500 ppm. ถือว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มศว.

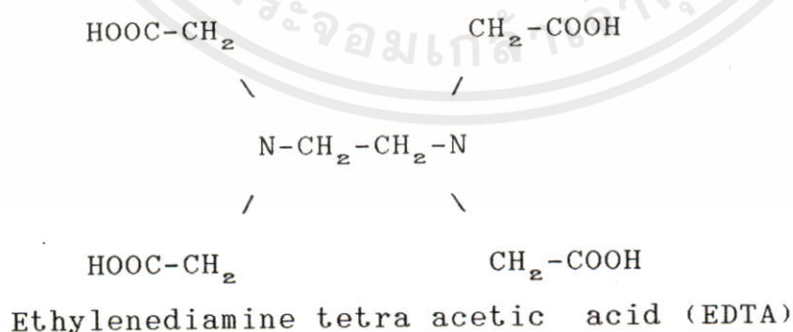
ประสานมิตร, 2530 : 26)

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบค่าความกระด้างของน้ำ

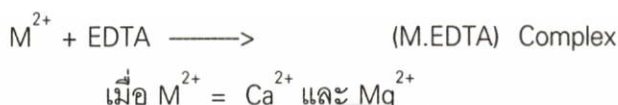
การวิเคราะห์หาอิออนประจุบวกเกือบทุกชนิด แล้วนำมาคำนวณโดยการ เปลี่ยนด้วยค่าแฟกเตอร์ออกมาเป็นค่า mg/l (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในรูปของ แคลเซียมคาร์บอเนต วิธีนี้เรียกว่า วิธีการคำนวณที่ได้ผลดีที่สุดแต่งานมากที่สุดและค่อนข้างจะเกินความจำเป็นไปบ้างทั้งนี้เนื่องจากอิออนประจุบวกที่ส่งผลต่อความกระด้างดังกล่าวแล้วคัลเซียมและแมกนีเซียมเท่านั้น หรือวิธีการไตเตรทกับสบูมาตรฐาน (Standard soap method) หลักการคือ ต้องใช้สบู่เท่าไร จึงจะเกิดการตกตะกอนพอดี สบูมาตรฐานที่เตรียมขึ้นจึงต้องเป็นสบู่ที่สังเคราะห์เป็นพิเศษ (มีกรดไขมันที่ทราบชนิดและปริมาณที่แน่นอน) วิธีนี้จัดว่าเป็นวิธีหาความกระด้างของน้ำได้รวดเร็วแต่ผลที่ได้เป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ทั้งสองวิธีปัจจุบันไม่นิยมใช้กัน วิธีที่ได้มาตรฐานและให้ผลการวิเคราะห์ที่แน่นอน คือวิธีสเปคโตรโฟโตเมตริก (Spectrophotometric Method) อาศัยการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ช่วงความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร (เพริศพิชฌ์ คณาธารณา และคณะ, 2526 : 207-211) แต่วิธีนี้ไม่สะดวกต่อการปฏิบัติและอุปกรณ์มีราคาแพง ไม่อาจหาได้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาและชาวบ้านทั่วไป

นอกจากนี้ ชูติมา ศรีวิบูลย์ (2533 : 429) ได้กล่าวว่า ยังมีวิธีการ ไตเตรทแบบเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (Complexometric Titration) โดยการใช้สารละลายของ Ethylenediamine tetra acetic acid (EDTA) หรือเกลือโซเดียมของ EDTA ซึ่งเป็นสารไตเตรทและมีเอริโอโครมแบลค ที (Eriochrome Black T) เป็นอินดิเคเตอร์ที่ทำให้เกิดสี ส้มแดงเห็นได้ง่าย อินดิเคเตอร์ชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้มาจนถึงปัจจุบัน จึงหาซื้อได้ตามร้านขายสารเคมีทั่วไป EDTA มีสูตรโครงสร้างเป็นดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีนี้บางครั้งเรียกว่า EDTA Titrametric Method (AOAC, 1990 : 323-324) หลักการของวิธีนี้ คือ EDTA นี้ จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับประจุไอออนบวก คัลเซียมและแมกนีเซียมซึ่งไอออนประจุบวกทั้งสองชนิดนี้เป็นสาเหตุของความกระด้างของน้ำ ดังสมการเคมีแบบง่าย ๆ ดังนี้



เมื่อเติมอินดิเคเตอร์ของเอริโอโครม แบลค ที (Eriochrome Black T) ปริมาณเล็กน้อยลงไปในการละลายตัวอย่าง (น้ำกระด้าง) ที่ต้องการวิเคราะห์หาความกระด้างในสภาพความเป็นกรด-เบส (pH) ที่เหมาะสม คือปริมาณ 10.0 + 0.1 โดยครั้งแรกอินดิเคเตอร์นี้จะรวมตัวกับประจุของ M^{2+} (Ca^{2+} และ Mg^{2+}) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่เสถียรที่มีสีม่วงแดง ดังสมการอย่างง่าย คือ



เมื่อไตเตรทจน EDTA ถึงจุดสมมูลที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ M^{2+} (Ca^{2+} และ Mg^{2+}) ซึ่งจุดยุตินี้ (End Point) อินดิเคเตอร์ Eriochrome Black T จะถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระ ณ จุดนี้ก็จะเกิดสีน้ำเงินจึงถือว่าเป็นจุดยุติ (End Point) ของการไตเตรท ความคมชัดของสีที่เปลี่ยนไปของอินดิเคเตอร์เมื่อสารละลายมีค่า pH สูงขึ้นที่เหมาะสมคือ pH ระหว่าง 10 + 0.1 (AOAC, 1990 : 323) เพราะถ้าค่า pH สูงกว่านี้จะเกิดผลเสีย คือ Ca^{2+} และ Mg^{2+} จะตกตะกอนออกมาในรูป $Ca(OH)_2$ การไตเตรทหาความกระด้างในห้องปฏิบัติการ ไม่มีความสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในภาคสนาม ทั้งนี้เนื่องจากความยุ่งยากของอุปกรณ์ จึงมีความพยายามที่จะสร้างชุดสนามขึ้นมา สำหรับตรวจสอบความกระด้างของน้ำ โดยชุดเครื่องมือนี้ต้องผ่านการหาปริมาตรที่แน่นอนมาแล้ว ซึ่งต้องเทียบเคียงกับวิธีมาตรฐานแบบ สเปคโตรโฟโตเมตริก (Spectrophotometric Method) โดยอาศัยการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ช่วงความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร เพราะวิธีมาตรฐานนี้ให้ผลแน่นอน แต่มีข้อเสีย คือ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก และอุปกรณ์หลายชนิดมีราคาแพงไม่อาจหาใช้งานได้ทั่วไปในสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา เมื่อผลการเทียบเคียงมี

แนวโน้มไปในทางเดียวกันโดยอาศัยสถิติช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ได้เกณฑ์ระดับความ
 กระต่างของชุดวิเคราะห์หาความกระต่างของน้ำแบบภาคสนามแล้วจึงจัดเขียนคู่มือการใช้งาน
 ที่ใช้ได้กับทุกสถานการณ์ โดยชุดวิเคราะห์ที่จัดขึ้นนี้ต้องไม่ซับซ้อนจัดหาทำได้ง่ายโดยสารเคมี
 พื้นฐานที่หาซื้อได้ง่ายและให้ผลการตรวจสอบละเอียดกว่า ในการทดสอบหาความกระต่าง
 ของน้ำโดยใช้สบู่อูมาพร ดัชนีทูลเวสส (2538 : 502- 503) ได้ทำการทดลองสร้างชุดวิเคราะห์
 ความกระต่างของน้ำแบบภาคสนามโดยประยุกต์วิธีการไตเตรทด้วย EDTA บรรจุในหลอดหยด
 มาตรฐานที่ผ่านการตรวจสอบความเชื่อมั่น เปรียบเทียบกับวิธีสเปคโตรโฟโตเมตริกในสาร
 ละลายคัลเซียมมาตรฐานความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วง
 ความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร และพบว่าค่าความเชื่อมั่นสูงถึง 0.9935 โดยใช้เทคนิคการ
 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โปรดักโมเมนต์ และจากนั้นได้นำชุดวิเคราะห์ความ
 กระต่างของน้ำแบบภาคสนามไปทดสอบความเที่ยงตรงกับน้ำตัวอย่าง และน้ำดื่มที่สุ่มจาก
 ห้างตลาดจำนวน 5 เครื่องหมายการค้า เปรียบเทียบกับวิธีสเปคโตรโฟโตเมตริก ผลการศึกษา
 พบว่า ค่าความกระต่างของน้ำดื่มโดยใช้ชุดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นดังกล่าวให้ผลไม่แตกต่างกับวิธี
 สเปคโตรโฟโตเมตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับสูง ($t=0.6642 < 0.05, df=0, t=2.132$)
 แสดงให้เห็นว่าชุดวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำแบบภาคสนามที่จัดสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพใน
 การวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำได้เท่าเทียมกับวิธีการดูดกลืนแสงซึ่งเป็นวิธีที่ยุ่งยากซับซ้อน
 กว่า นอกจากนี้ อูมาพร ดัชนีทูลเวสสยังได้นำข้อมูลมาสร้างเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ที่
 ละเอียดไว้ถึง 4 อันดับเหมาะกับการวิเคราะห์ในระดับการนำมาบริโภค ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าว
 ผู้วิจัยคาดหวังว่าสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์การทดลองประกอบการสอนชุดการสอนที่จะจัด
 สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนในวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำ ระดับชั้นมัธยม ศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- วิธีสร้างเครื่องมือ
- การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
- วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
- สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนมัธยม ด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 68 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสุ่มจากประชากรซึ่งเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมด่าน สำโรง สมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 40 คนจาก ประชากร 68 คน จากนั้นสุ่มแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม (Control Group) และกลุ่มทดลอง(Experimental Group) กลุ่มละ 20 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากการจับฉลาก (Simple Random Sampling)

ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยได้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน (ในภาคผนวก ตารางที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้ไปแจ้งต่อใครโดยดำเนินการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามใช้ในเชิงพาณิชย์และสิ่งอื่นใดที่มิใช่ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จะประกอบด้วย

1. แผนการสอนและสื่ออุปกรณ์

1.1 แผนการสอนที่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนาม (กลุ่มทดลอง)

1.2 แผนการสอนที่ไม่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของ น้ำแบบภาคสนาม (กลุ่มควบคุม)

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ความ กระด้างของน้ำเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ เพื่อวัด

2.1 ความรู้ความจำ (Knowledge)

2.2 ความเข้าใจ (Comprehension)

2.3 การนำไปใช้ (Application)

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) ดังนี้

2.4.1 การนิยามปัญหา (Defining Problem)

2.4.2 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

2.4.3 การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection)

2.4.4 การจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Data Organization)

2.4.5 การสรุปและการนำเสนอผล (Conclusion and Communication)

วิธีสร้างเครื่องมือ

1. แผนการสอน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์น้ำกระด้าง

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์ของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ ลำดับแนว

ความคิดต่อเนื่องและขยายเนื้อหา เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต ตามหลักสูตร มัธยมศึกษาตอนต้น

พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533)จัดทำ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนและ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และเนื้อหาวิชาเคมี ว033 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาทำการ

บูรณาการ และศึกษาเพิ่ม เติมจากงานวิจัยของ อูมาพร ตันฑุลเวสส

1.2 วิเคราะห์จุดประสงค์ของกิจกรรม เนื้อหา กิจกรรมการเรียน การสอนที่จะจัดสร้างขึ้น และวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จาก เนื้อหาทั้งหมด ได้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะคือ

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- ทักษะการทดลอง
- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ของกิจกรรม กิจกรรม การเรียน การสอนของแต่ละเนื้อหา โดยให้สอดคล้องกับ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

1.4 สร้างแผนการสอนวิชา เคมี 2 แผน คือ

1.4.1 แผนการสอนโดยใช้อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้าง ของน้ำแบบภาคสนาม

1.4.2 แผนการสอน โดยไม่ใช้อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้าง ของน้ำแบบ ภาคสนาม (โดยวิธีปกติ)

และแต่ละแผนการสอนใช้เวลาทั้งหมด 3 คาบ โดยประกอบด้วย รายละเอียดดังนี้ (นภาพร สิงห์หัต, 2531 : 44)

- สารสำคัญ
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- ขอบเขตเนื้อหา
- กิจกรรมการเรียนการสอน
- สื่อและอุปกรณ์
- การวัดและประเมินผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในชั้นเรียนเท่านั้น กรุณาอย่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ดำเนินการบูรณาการและจัดสร้างแผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

2.1 แผนการสอนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ซึ่งภายในแผนการสอนจะดำเนินงานตามแนวทางการพัฒนาหลักสูตร ประกอบด้วยขอบข่ายดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ (จุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง) สาระสำคัญ ขอบเขตของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์ การวัดและประเมินผล

2.2 สื่อการสอน ประกอบด้วยใบงาน วัสดุอุปกรณ์ การทดลอง ขั้นตอนของการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง ซึ่งชุดการสอนทั้ง 2 ชุด จะแตกต่างกันคือ ชุดการสอนที่สอนโดยวิธีปกติกับชุดการสอนที่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุด วิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนาม ของ อูมาพร ตันทุลเวสส

2.3 แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

3. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหา(Content Validity) และความถูกต้องของภาษาที่ใช้นำมาแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสม แล้วจึงนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่านพิจารณา ตรวจสอบ ความถูกต้องเที่ยงตรง ของเนื้อหา(Content Validity) และภาษาที่ใช้ นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มาแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งคณะผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ประกอบด้วย

3.1 รศ.ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย รองศาสตราจารย์สาขาวิจัย และประเมินผล มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

3.2 รศ.ดร.ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ รองศาสตราจารย์ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

3.3 ดร.สมบัติ สุวรรณพิทักษ์ ผู้อำนวยการกองแผนงาน กรมการศึกษา
นอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ

3.4 ดร.ปรีชาญ เดชศรี หัวหน้าสาขาวิชาเคมี สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.5 นางสาวอนอมจิตต์ เสนมา อาจารย์หมวดวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องแจ้งถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งเมื่อจะนำไปใช้
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

คณะกรรมการดำเนินงานปรับปรุง

หลักสูตรวิชาเคมี สสวท.

สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล วิธีสร้างแบบทดสอบ และการเขียนข้อสอบวิชาเคมี

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชา ซึ่งจะครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้งหมด เพื่อนำมาสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ ความกระตือรือร้น โดยแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ เป็น 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ที่ใช้ ที่ใช้ในการประเมินครั้งนี้มี จำนวน 3 จุดประสงค์ คือ

2.1 บอกความหมายและเกณฑ์ในการจำแนกน้ำกระด้างได้

2.2 ทำการทดลองวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลองได้

2.3 เขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาอย่างง่าย ของสาร ละลายที่ใช้ทำการทดลองได้

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความ กระตือรือร้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ

3. นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่านชุดเดิมตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)ความถูกต้องด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เกี่ยวกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดความถูกต้องของภาษาในคำถามแต่ละข้อ รวมทั้งตัวเลือกในบางข้อ (ภาคผนวก)

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของ เครื่องมือ ได้ดังนี้ คือ

การตรวจสอบคุณภาพของแผนการสอน

1. นำแผนการสอนทั้ง 2 แผนที่ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไป

เอกสารนี้ทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๔๐ โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการดังต่อไปนี้

2. ทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มย่อยจำนวน 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน พบว่า คำถามในการสื่อความหมายไม่ชัดเจนบางคำถาม และระยะเวลาที่ใช้ในการสอนไม่เหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยเปลี่ยนแปลงคำถามและปรับระยะเวลาที่ใช้ เป็น 3 คาบ

3. ทดลองสอนกับนักเรียน จำนวน 35 คน ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ ในการสอน พบว่าเหมาะสมดีในด้านการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน และระยะเวลาที่ใช้ในการสอนปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ ก่อนนำไป ใช้ทดลองจริง

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

1. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียน มัธยมด่านสำโรง จำนวน 35 คน ที่ไม่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. นำกระดาษคำตอบตรวจให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ให้ 0 คะแนน

3. นำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ตามตารางวิเคราะห์ของ จุง เตห์ ฟาน (ภาคผนวก. ตารางที่ 3)

4. คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.24-0.72 และมี อำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณ จากสูตร KR-20 ของ คูเดอริ-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น มีค่า = 0.7943 (ภาคผนวก ตารางที่ 4,5)

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัย ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขอหนังสือมาจาก งานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเพื่อขออนุญาต และขอ ความอนุเคราะห์จาก

ท่านผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ สนับสนุนการดำเนินการด้านการศึกษา การสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อใช้เป็นกลุ่มประชากรในการวิจัยครั้งนี้ที่มีการนำไปใช้

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องการวิเคราะห์ ความกระด้างของน้ำ ทำการทดสอบก่อนเรียน(Pre-test)กับนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมด่านสำโรงจำนวน 40 คนจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างด้วยการจับฉลาก (Simple Random Sampling) คือ กลุ่มที่สอนโดยใช้ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนาม เรียกว่า กลุ่มทดลอง(Experimental Group) และกลุ่มที่สอน โดยวิธีการสอนตามปกติ เรียกว่า กลุ่มควบคุม (Control Group) นำคะแนน ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) มาหาค่าเฉลี่ย โดยได้ค่าเฉลี่ยของ กลุ่มทดลอง = 8.8 ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม = 8.6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ t- test แบบ Independent พบว่า ไม่แตกต่างกัน (ภาคผนวก ข. ตารางที่ 6)

3. ดำเนินการสอนโดยการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่สอน โดยใช้ชุดการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม เรียกว่า กลุ่มทดลอง (Experimental Group) กับกลุ่มที่สอนโดยวิธีการสอนตามปกติ เรียกว่า กลุ่ม ควบคุม (Control Group) โดยใช้ผู้สอนคนเดียว

- กลุ่มทดลอง วันที่ 17 มกราคม 2541 เวลา 13.00-15.00น.

- กลุ่มควบคุม วันที่ 19 มกราคม 2541 เวลา 13.00-15.00น.

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการวิเคราะห์ความ กระด้างของน้ำ ทำการทดสอบ ทั้ง 2 กลุ่ม หลังจบการเรียน (Post-test)

- กลุ่มทดลอง วันที่ 18 มกราคม 2541 เวลา 15.30-16.00น.

- กลุ่มควบคุม วันที่ 20 มกราคม 2541 เวลา 15.30-16.00น.

5. ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมและนำคะแนนที่ได้ มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 (ภาคผนวก. ตารางที่ 7,8)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำสถิติที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ค่าสถิติพื้นฐานการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง 1.1 หาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ลัทธิส่ายยศและอังคณา ส่ายยศ, 2536 : 1)

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

เมื่อ	X	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ, 2536 : 63)

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

เมื่อ	s^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนรวม
	$\sum X$	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	=	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
	N	=	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยวิธีเทคนิค 27 % จาก ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 :3-32)

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี โดยคำนวณจากสูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคนา สายยศ, 2526 : 168)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อที่ = $\frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$ เข้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนของข้อสอบ

p = สัดส่วนของผู้ทำได้ในแต่ละข้อ

= จำนวนนักเรียนที่ทำถูก

จำนวนนักเรียนทั้งหมด

q = สัดส่วนผู้ทำผิดในแต่ละข้อ หรือ $1-p$

S_t^2 = คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ก่อนและหลังเรียน โดยวิธี การสอน ด้วยการใช้สื่อ อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม คำนวณจากสูตร t-test แบบ Dependent ในรูปคะแนนแตกต่าง(Difference Score) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2522 : 220)

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

เมื่อ D = ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดสอบ

$\sum D$ = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดสอบ

n = จำนวนผู้สอบ

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเรื่อง

การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการ ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม กับ นักเรียนที่เรียน โดยวิธีปกติ คำนวณจากสูตร t-test แบบ Independent (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2522 : 216)

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1+1}{n_1 n_2} \right\}}}$$

เมื่อ X_1, X_2 = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ 1,2

S_1^2, S_2^2 = ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ 1,2

n_1, n_2 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ 1,2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำ ระดับชั้นมัธยม ศึกษาตอนปลาย โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความแตกต่าง ของน้ำแบบภาคสนามและโดยวิธีสอนแบบปกติ ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ใช้ในการ วิเคราะห์และการแปลความหมาย มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ ความแตกต่างของน้ำของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำ แบบภาค สนามโดยใช้ t-test แบบ Dependent ในรูปคะแนนแตกต่างกัน (Difference Score) ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	N	X	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	20	8.8	140	1054	** 15.8627
หลังเรียน	20	15.8			

$$t (df = 19, \alpha = 0.01) = 2.861$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความ
 กระต่างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง แตกต่าง
 กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การ
 วิเคราะห์ความกระต่างของน้ำ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง สูงกว่าก่อนเรียน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ ความกระต่างของ
 น้ำระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่อชุดวิเคราะห์
 ความกระต่างของน้ำแบบภาคสนาม กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติโดยใช้ t-test แบบ
 Independent ปรากฏผล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์
 ความกระต่างของน้ำระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของนักเรียนที่เรียน
 โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่อชุดวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำ
 แบบภาคสนาม กับ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ

วิธีการสอน	n	X	S ²	t
โดยการใช้สื่ออุปกรณ์ ชุดวิเคราะห์ความกระต่าง ของน้ำ แบบภาคสนาม	20	15.8	8.5894	**
โดยวิธีปกติ	20	10.7	6.7473	5.8245

$$t (df = 38, \alpha = 0.01) = 2.713$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความ
กระด้างของน้ำ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของนักเรียนที่เรียน โดยวิธีการสอน ด้วยการ
ใช้สื่อชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนาม กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบ
ปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา
เคมี เรื่องการวิเคราะห์ ความกระด้างของน้ำ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของนักเรียนที่เรียน
โดยวิธีการสอน ด้วยการ ใช้สื่อชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนาม สูงกว่านักเรียน
ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผลการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการ
วิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการสอนด้วยการใช้สื่อ
อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า
นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ หลังจากการเรียนโดยวิธีการ
สอนด้วยสื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สูงกว่าก่อนเรียน และ นอกจากนี้ ยังพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความ
กระด้างของน้ำ โดยวิธีการสอนด้วยสื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาค
สนามมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งสรุปสาระสำคัญ และผลของการศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียนโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำแบบภาคสนาม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำแบบภาคสนามและโดยวิธีการสอนด้วยการไม่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำแบบภาคสนาม (โดยวิธีปกติ)

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำแบบภาคสนามจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำโดยวิธีการสอน ด้วยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม หากมีเหตุสุดวิสัยขอสงวนสิทธิ์ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5,6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับฉลาก (Simple Random Sampling) คือ กลุ่มทดลอง (Experimental Group) และกลุ่มควบคุม (Control Group) กลุ่มละ 20 คน

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอน ด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอน ด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม (โดยวิธีปกติ)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

2.1 แผนการสอน โดยการใช้สื่ออุปกรณ์ ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม

2.2 แผนการสอน โดยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม (โดยวิธีปกติ)

2.3 แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 24 ข้อ ที่ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ในเรื่อง ความเที่ยงตรงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมอื่น ๆ แล้วนำไปทดสอบกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน นำคะแนนที่ได้ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 168) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า 0.7943 นำไปหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยวิธีเทคนิค 27 % จากตารางวิเคราะห์ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952 : 3-32) ได้ค่าความยากง่าย (p) มีค่า 0.24-0.72 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.24 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คิดเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงผู้เป็นเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การดำเนินการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการศึกษาไว้ดังนี้

3.1 ทำการสุ่มตัวอย่าง จากประชากรทั้งหมด ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 40 คน โดยวิธีการจับฉลาก (Simple Random Sampling) ด้วยการสุ่มออกเป็นกลุ่มทดลอง (Experimental Group) 20 คนและกลุ่มควบคุม (Control Group) 20 คน

3.2 แนะนำวิธีการ และ บทบาทของนักเรียน กำหนดวัน เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน ทั้งกลุ่มทดลอง (Experimental Group) และกลุ่มควบคุม (Control Group)

3.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและ 6 แผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง (Experimental Group) 20 คน และกลุ่มควบคุม (Control Group) 20 คน พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

3.4 ดำเนินการทดลองสอน โดยการสอนตามแผนการสอน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น และผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเอง ทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลากลุ่มละ 3 คาบ

3.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ

3.6 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ t-test แบบ Dependent ในรูปของคะแนนแตกต่าง (Difference Score) ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และ t-test แบบ Independent เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2

สรุปผลการศึกษาวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำของ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังเรียนโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่อ

อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนามและโดยวิธีการสอนด้วยการไม่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม (โดยวิธีปกติ) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่อ ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนามสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

อภิปรายผลการศึกษาวิจัย

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีสอนแบบปกติ ได้ผลการศึกษาค้นคว้าและอภิปรายผลดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน วิชาเคมีเรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการสอนด้วยสื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังจากที่เรียน โดยวิธีการสอน ด้วยสื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม แตกต่าง (สูงกว่า) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 15.86 > df = 19, \alpha = 0.01, t = 2.861$) สอดคล้องกับแนวคิดของคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58-64) ที่ได้กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยตัวความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีจะทำให้ส่วนที่เป็นความรู้ดีขึ้นด้วย นั่นคือ ถ้า นักเรียนได้มีการฝึกการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพฤติกรรมต่างๆ กล่าวคือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงตามไปด้วย ซึ่ง อูมาพร ตันฑุลเวสส (2538, 20) ให้ความหมายค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง ตามวิธีการของ เจือจันทร์ โคตรอาสา (2532, 34-38) ว่า หมายถึง ความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดเป็นวิชาที่ค่อนข้างยาก สำหรับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง และค่อนข้างอ่อน (เบญจลักษณ์ เดชครุฑ, 2534 : 68) ดังนั้น การใช้สื่อการสอนจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาและต้องมีสื่อการสอนหลาย ๆ ชนิดผสมกัน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520 : 182-183) และกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทดลองที่ครูจัดขึ้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติเพื่อให้เกิดความก้าวหน้าทางการเรียน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อูมาพร ตันฑุลเวสส (2538) ที่ทำการวิจัยสร้างชุดการสอนเรื่อง การแยก และการสกัดคลอโรฟิลล์ โดยเปรียบเทียบ ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน กิจกรรมที่ผู้วิจัยทำการทดลองสอน นักเรียนมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยวิธีการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนาม โดยวิธีการสอน ด้วยการไม่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม (วิธีปกติ) พบว่า ต่างกันแบบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 5.8245 > t_{\alpha} = 0.01, df = 38, t = 2.713$) กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ โดยวิธีสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของจรรยา สุวรรณทัต (2516 :10 - 17) ซึ่งผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความพร้อมที่จะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง สำหรับนักเรียนที่ขาดโอกาส ที่จะได้ทดลองเพื่อสัมผัสกับเนื้อหาวิชาจริง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิรดี สุวีรานนท์ (2532 : 79) ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอน ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่สอน โดยมีการใช้แบบฝึก ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง กับนักเรียนที่สอนโดยคู่มือครู (สุนีย์ ขวัญศิริ, 2536 : 88) ล้วนแต่พบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการทดลองแตกต่างจากการสอนโดยคู่มือครู อย่างไรก็ตามมีผู้ตั้งข้อสงสัยว่าเนื้อหา และต้องอาศัยถึงเจ้าของเอกสารทดลองที่มีการนำไปใช้ คู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01- 0.05 ทั้งสิ้น โดย สมจิต สุวรรณไพฑูริย์ (2527 :

30) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมที่จัดสถานการณ์ยั่วยุให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหาโดยกิจกรรม หรือชุดการทดลองต้องสอดคล้องกับเนื้อหา และง่ายต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน และยังต้องมีระดับความแม่นยำในการทดลอง ซึ่งจะสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อูมาพร ตันทุลเวสส (2538 : 502 - 503) ที่ได้ทำการสร้างชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น 0.9935 โดยได้นำไปประยุกต์ทดลองกับน้ำตัวอย่างอื่น ๆ ที่สุ่มจากท้องตลาดพบว่า ให้ผลการตรวจสอบเทียบเท่ากับวิธีการทางสเปคโตรโฟโตเมตริก ซึ่งมีราคาที่สูงมากเกินความสามารถของโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่จะจัดหามาเป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน อีกทั้งเทคนิคที่ค่อนข้างยุ่งยาก ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาในระดับมัธยมศึกษา แต่ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนามนี้ ยังง่ายต่อการใช้เป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ ยังได้ออกแบบสอบถามการใช้ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม โดยถาม กับ นักเรียนจำนวน 43 คน พบว่า ร้อยละ 93.02 ให้ความเห็นว่า มีความสะดวกต่อการใช้งานและร้อยละ 88.37 มีความละเอียดในการวิเคราะห์น้ำทุกชนิด และคู่มือการใช้เป็นภาษาที่นักเรียนทั้ง 43 คน เข้าใจทุกคน จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนามมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้สื่ออุปกรณ์ ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำ แบบภาคสนามกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่ใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนามจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบวิธีปกติ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ในปัจจุบัน ผู้สนใจเรียนวิชาชีวเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์มีน้อย ทำให้ขาดแคลนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ บางหน่วยงานจึงต้องนำบุคลากรจากสาขาวิชาอื่นมาสอนวิชาวิทยาศาสตร์แทน ซึ่งบุคลากรเหล่านั้น ขาดความรู้ความเข้าใจทักษะ และวิธีการในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ดังนั้น การสอนโดยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม เป็นการนำเอาเทคโนโลยี และนวัตกรรมทางการศึกษามาไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ประกอบ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้สะดวกแก่การสอน และนักเรียน มีความสนใจเข้าใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. ผลการวิจัยนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเสนอปรับปรุงเพิ่มเติมเนื้อหาบทเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในการประชุมสัมมนาทางด้านหลักสูตรและการสอน เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากปัจจุบันสภาพของน้ำที่นำมาอุปโภคและบริโภคนั้นขาดมาตรฐาน และมีราคาแพง
3. ควรมีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ง่าย สะดวก ราคาไม่แพง ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรม ด้านทักษะ ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ในการใช้สื่อชุดอุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระต่างของน้ำแบบภาคสนามของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ควรมีการพัฒนาแสวงหาสื่ออื่น ๆ ที่อำนวยความสะดวก ประหยัดและมีประสิทธิภาพมาทดลองใช้สอน วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพิ่มเติมต่อไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กมล ชูสมัย. การสร้างโมดูลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว ชีวิตสัตว์ ระบบนิเวศน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. โรงเรียนชุมแสงชนูทิศนครสวรรค์:มปท., 2534 (อัดสำเนา).

กรรณิการ์ สิริสิงห์. เคมีของน้ำ น้ำใสโครกและการวิเคราะห์. บริษัทสารมวลชน จำกัด. กรุงเทพฯ: 2522.

กัญญา ทองมัน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง. ปรินุญยานิพนธ์ ปรินุญญาการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประสานมิตร, 2534 (อัดสำเนา).

กานดา พูนลาภทวี. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528

กิตานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีทางการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530

กิตติศักดิ์ เสมารธรรมานนท์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้โปรแกรมสไลด์ เทปประกอบกับที่เรียนการสอนตามคู่มือครู. ปรินุญยานิพนธ์ ปรินุญญาการศึกษามหาบัณฑิตกรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2531. (อัดสำเนา).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรอ้างอิงเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปใช้เพื่อการค้า
กิริติ ศรีวิเชียร. "การประเมินผลในโรงเรียนมัธยมศึกษา." มิตรครู (กุมภาพันธ์ 2531) หน้า 26-28
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน สำนักราชบัณฑิตยสถาน. แผนพัฒนาการศึกษา
แห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ.2540-2544. กรุงเทพฯ : อรรถพลการพิมพ์, มปก.

จรรยา สุวรรณทัต. "ผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในระดับชั้นต่าง ๆ." ใน รายงาน
การวิจัย 6 สถาบันระหว่างชาติ สำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2516.

จรัสโสม นาโค. การสร้างโมดูลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ชั้นปริญญาโท บัณฑิต
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

จันทร์ฉาย เตมียาการ. การเลือกใช้สื่อทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์,
2533.

จินตนา พุทธิพันธ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง
สมบัติของสาร โดยใช้ระดับคำถามที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523 อัดสำเนา.

เจือจันทร์ โคตรอาสา. รายงานการผลิตและการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน
สำหรับครู วิชาชีววิทยา (ว043) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. โรงเรียนสิรินธร สุรินทร์:
มปท., 2532.

ฉลองชัย สุรวัดมนบุญ. การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชา
เทคโนโลยี ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528 (อัด
สำเนา).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ฉวีวรรณ กิยาวงศ์. เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์ สำหรับครูประถมศึกษา.
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้
พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "สภาพการศึกษาของไทยและปัญหาผลิตผลทางการศึกษา." เอกสารการ
สอนชุดเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา เล่ม 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิ
ราช, 2530.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "แผนการสอนประจำหน่วย." ในเอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับ
มัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร:สามเจริญพานิช, 2525.

ชุติมา ศรีวิบูลย์. เคมีวิเคราะห์ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ : 2533.

ฐะปะนีย์ นาครทรรพ. "การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะทางภาษา." เอกสารการสอน
ชุดวิชาการสอนภาษาไทย หน่วยที่ 6. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ฝ่ายการพิมพ์ มสธ., 2535.

ณรงค์ วุฑฒเสถียร. การปรับสภาพน้ำในอุตสาหกรรมและหม้อน้ำ. หจก.กำจัดการพิมพ์
ปิ่นเกล้า กรุงเทพฯ : 2536.

ธวัชชัย ชัยจริยฉายากุล. การพัฒนาหลักสูตร จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ:อักษร
บัณฑิต, 2527.

นภาพร สิงห์ต. การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางการ
วิจัย สำหรับครูและบุคลากรทางการศึกษาประจำการ. ปริญญาโท ปริญญา
การศึกษาศุภักษรบัณฑิต.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

นิตา สะเพียรชัย. ข่าวสาร สสวท., 2521. (อัดสำเนา).

น้ำทิพย์ ฤกษ์ห่วย. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนความคิดรวบยอด เรื่อง "พันธะเคมี." ตาม
เอกสารประกอบชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา เล่ม 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ฝ่ายการพิมพ์ มสธ., 2535.

แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ย่อมมีเหตุเป็นต้นเหตุ และยังมีปัจจัยอื่น ๆ ของเอกสารที่กล่าวถึงที่นำมาใช้
มหาบัณฑิต.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.

บัณฑิต กลิ่นเกษร. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ป.กศ.ต้น ที่เรียนโดยครูสอนตามปกติ และที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง. ปรินญาณินพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.

บำรุง กลัดเจริญและฉวีวรรณ กินาวงศ์. วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ, 2527.

บุญเหลือ ทองเอี่ยม. การใช้สื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.

เบญจวรรณ กองศิริ. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมนิทรรศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนเรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลงที่กำหนดไว้ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เขตจังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต.กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. (อัดสำเนา).

เบญจลักษณ์ เดชครุฑ. "ผลของชุดการสอนเพื่อซ่อมเสริมวิชาเคมี เรื่องสมดุลของกรดและเบส ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน." การวิจัยทางการศึกษาและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา. (ครั้งที่ 7) เล่ม 2, 2534.

ประวิตร ชูศิลป์. ลักประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์, 2524.

ปรีชา กันตวง. ผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณินพนธ์ ปรินญาณการศึกษามหาบัณฑิต.กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็รื่อง กุมุท. การวิจัยสื่อและนวัตกรรมการสอน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. (อัดสำเนา).

ดุสิต ตามไท. "โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น." วารสาร สสวท. (1) : 6-9; มกราคม-มีนาคม 2531.

พรรณี ภวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญาการศึกษา คุษฎีบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

พนัส หันนาคินทร์. การมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ, 2528.

เพริศพิชญ์ ฅณาธารณาและคณะ. "การหาปริมาณแคลเซียม แมกเนเซียม โซเดียม ไปเตส เซียม และตะกั่ว ในนมแปดรูปเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและเวลาในการเก็บ." สงขลา นครินทร์ ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม กันยายน 2526.

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร:ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

ภพ เลหาไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2537.

ภาควิชาเคมี, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. คู่มือปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์. มปพ., 2530.

ภิญโญ สาร. หลักการบริหารโรงเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2519.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่ใช้
มนตรี แย้มกสิกร. การใช้เทคโนโลยีทางการสอนในห้องเรียน. [สงขลา : ภาควิชาเทคโนโลยี

ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2526.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์.คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและการผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

มังกร ทองสุชาติ. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สาม
เจริญพานิช, 2523.

มณฑนา จงสุขสันติกุล. ปัญหาครูสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับมัธยม
ศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญา
การศึกษามหาบัณฑิต.กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2524 (อัดสำเนา).

เยาวดี วิบูลย์ศรี. หลักการวัดผลและการสร้างข้อสอบ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิจัยการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ร่วมศักดิ์ แก้วเปล่ง. เครื่องสอนและการสอนแบบโปรแกรม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราม
คำแหง, ม.ป.ป.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. สถิติวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2522.

วราภรณ์ ชัยโอกาส. การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์. โรงพิมพ์ประเสริฐ
ศิริ, 2521.

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : อักษรสยามการพิมพ์, 2532.

วารินทร์ รัตมีพรหม. เทคโนโลยีและการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร □ ภาควิชาเทค

โนยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจิตร ศรีสะอ้าน. การเป็นผู้นำทางการศึกษา. บรรยาย ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 24 ธันวาคม 2517.

วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2523.

วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. แนวการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ:อมรินทร์การพิมพ์, 2522.

วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2536. สำนักงานทดสอบทางการศึกษาระดับมัธยมศึกษา, 2536.

วิชัย วงศ์ใหญ่. การพัฒนาหลักสูตรแบบครบวงจร. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

วิชัย วงศ์ใหญ่. กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน ภาคปฏิบัติ.ภาควิชา หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, สุวีริยาสาส์น, 2537.

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรินญาณิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต.กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

วิรัช วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน.อำนวยการพิมพ์, 2521.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
สมจิต สวอนไพบูลย์. การพัฒนาการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาค
วิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2526.

สมบุญรณ์ ตันยะ. การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการสอน
ของครูประจำการ ระดับประถมศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญาณาการศึกษ
มหาบัณฑิต.กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.

สมโภชน์ เอนกสุข. การบูรณาการความสามารถพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์เข้าในหลัก
สูตรปรินญาณาตรีกาการศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญาณาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539.

สมสุข อีระพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสาธิตและการทดลอง." เอกสารชุดวิชาการสอน
วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. สาขาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,
กรุงเทพฯ : บริษัทประชาชน จำกัด, 2526.

สาโรจน์ แผงยัง. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการ
ศึกษาของนักฝึกอบรมในประเทศไทย. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญาณาการศึกษาดุษฎี
บัณฑิต.กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิทยา
ศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร:สสวท. 2519 (อัดสำเนา).

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. สรุปผลการวิจัยสมรรถภาพการสอน
ของครู. 2520 (อัดสำเนา).

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สสวท. 2526.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การประเมินผลการเรียน ระดับชั้น
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่
มัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : สสวท. 2534.
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.**

กรุงเทพฯ : สสวท. 2537 อัดสำเนา.

สันต์ ภิบาลสุข. **การใช้เครื่องมือเทคโนโลยีทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชา

เทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน,
2521.

สุชาติ ลีตระกูล. **การพัฒนาหลักสูตรสำหรับลูกกรมกรก่อสร้างก่อนวัยเรียนในเขต**

กรุงเทพมหานคร. ปรินญานินพนธ์ ปรินญานการศึกษาดุษฎีบัณฑิต. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

สุเทพ อุตสาหะ. **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2526.

สุธรรม อ่อนคำ. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิด**

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีการใช้ชุด
ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานินพนธ์
ปรินญานการศึกษามหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน
มิตร, 2534 (อัดสำเนา).

สุนันท์ สังข์ทอง. **สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โอ.พี.พรินติ้งเฮาส์,

2526.

สุนันท์ สังข์อ่อง. "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์." **วิทยาศาสตร์.** 34(4) 337 : เมษายน 2523.

สุวัฒน์ นิยมคำ. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เล่ม 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์ จำกัด, 2531.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีพิเศษแต่ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรุณี เมฆาธร. ผลการใช้รูปแบบการสอนโดยการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

อัญชลีพร เตชะศิริกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยยุทธวิธีการตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

อุมาพร ตันกุลเวสส. "การสร้างชุดวิเคราะห์และการสำรวจความคิดเห็นหลังการใช้ชุดวิเคราะห์ความกระตือรือร้นของน้ำแบบภาคสนาม." การประชุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21. 25-27 ตุลาคม 2538 ณ. โรงแรมแอมบาสซาเดอริชตี๋ จอมเทียน ชลบุรี..

เอกชัย เอื้อเฟื้อ. การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะความเป็นผู้นำและด้านการทำงานกลุ่ม สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญาการศึกษาดุสิต. กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.

อำนาจ เจริญศิลป์. ธรรมชาติศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2526.

Australian Science Education Project. "Inquiry Approach In a Guide to ASEP." Australian Science Education Project., 1974.

Brown, James W. and Others. Administering Education Media : Instructional Technology and Library Services. New york: McGraw-Hill Book, Co;1970.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bloom, Benjamin S. and Others. **Handbook on Formative and Summative**

Evaluation of Student Learning. New York : McGraw-Hill, Co;Inc, 1971.

Cochran, John Robert. "The relationship of the Self-Concept to School Motivation and Level of

Occupational Aspiration." **Dissertation Abstracts International.** 29 (9) : 2958,

March 1969.

Dale, Edgar. **Audio Visual Methods In Teaching.** 2nd ed. New York : Holt, Rinchart and
Winstons, 1965.

Ingrame, James B. **Curriculum Integration and Lifelong Education.** London : UESCO
Institute for Education, 1979.

Kinder, James S. **Using Audio - Visaul Materials in Education.** New York : American
Book Company. 1965.

Lawrence, Gardon. **Florida Module on Genetic Teacher Competencies :** Module on
Modules. Florida : University of Florida.Gainlsville, 1973.

Official Methods of Analysis. **AOAC. Fifteen Edition : 1990 Volume I.** Association of
Official Analytical Chemiistry, Inc, Virginia 22201.

Peter, Laurence J. **Conpetencies for Teaching : Classroom Instruction.** Belmont,
California:Wadsworth Publishing, 1975.

Skoog, D.A. and D.M. West. **Principles of Instrumental Analysis.** 2nd ed, Holt Saunders
Japan,ltd, Tokyo, 1987.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. **Teaching Science by Inquiry in Secondary School.** Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co., 1976.

Taba, Hilda. **Curriculum Development : Theory and Practice.** New York : Harcourt Jovanovich, 1962.

Tyler, Ralph W. **Basic Principles of Curriculum and Instruction.** Chicago:University of Chicago Press, 1949.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รศ.ดร.สมสรร วงษ์อ่อนน้อย -รองศาสตราจารย์สาขาวิจัย
และประเมินผล มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. รศ.ดร.ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ -รองศาสตราจารย์ภาควิชาเคมี
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร
3. ดร.สมบัติ สุวรรณพิทักษ์ -ผู้อำนวยการกองแผนงาน
กรมการศึกษานอกโรงเรียน
กระทรวงศึกษาธิการ
4. ดร.ปรีชาญ เดชศรี -หัวหน้าสาขาวิชาเคมี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
5. นางสาวอนอมจิตต์ เสนมา -อาจารย์หมวดวิชาวิทยาศาสตร์
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
-คณะกรรมการดำเนินงานปรับปรุง
หลักสูตรวิชาเคมี สสวท.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

แสดงข้อมูลผู้ตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์
ความกระต้างของน้ำ ได้ถูกต้องในแต่ละข้อ เพื่อนำไปวิเคราะห์หา
ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก	กลุ่มกลาง ตอบถูก	กลุ่มต่ำ ตอบถูก	รวม	P_H	P_L	P	r	Δ
1	9	9	3	21	0.90	0.30	0.62	0.62	11.7
2	9	4	1	14	0.90	0.10	0.50	0.77	13.0
3	9	6	3	18	0.90	0.30	0.62	0.62	15.7
4	7	5	3	15	0.70	0.30	0.50	0.40	13.0
5	9	3	2	14	0.90	0.20	0.57	0.69	12.3
6	9	10	5	24	0.90	0.50	0.72	0.48	10.7
7	9	8	4	21	0.90	0.40	0.67	0.55	11.2
8	9	11	4	24	0.90	0.40	0.67	0.55	11.2
9	8	9	4	21	0.80	0.40	0.61	0.42	11.9
10	9	8	3	20	0.90	0.30	0.62	0.62	11.7
11	9	12	3	24	0.90	0.30	0.62	0.62	11.7
12	9	11	4	24	0.90	0.40	0.67	0.55	11.2
13	7	6	1	14	0.70	0.10	0.38	0.62	14.3
14	9	6	2	17	0.90	0.20	0.57	0.69	12.3
15	9	10	2	21	0.90	0.20	0.57	0.69	12.3
16	7	7	4	18	0.70	0.40	0.55	0.31	12.5
17	4	8	2	14	0.40	0.20	0.30	0.24	15.1
18	9	12	4	25	0.90	0.40	0.67	0.55	11.2
19	9	4	3	16	0.90	0.30	0.62	0.62	11.7
20	8	4	2	14	0.80	0.20	0.50	0.59	13.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก	กลุ่มกลาง ตอบถูก	กลุ่มต่ำ ตอบถูก	รวม	P_H	P_L	P	r	Δ
21	8	7	4	19	0.80	0.40	0.61	0.42	11.9
22	7	11	3	21	0.70	0.30	0.50	0.40	13.0
23	4	9	1	14	0.90	0.10	0.24	0.39	15.9
24	9	9	4	22	0.90	0.40	0.67	0.55	11.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

แสดงคะแนนนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เพื่อนำไปหา ค่าความแปรปรวน
ของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ

เลขที่	เลขประจำตัว	คะแนน(X)	X^2
1	12402	5	25
2	12488	15	225
3	12598	11	121
4	12606	10	100
5	12613	7	49
6	12753	5	25
7	12755	19	361
8	12864	11	121
9	12871	18	324
10	14655	13	169
11	14657	19	361
12	14658	8	64
13	14659	17	289
14	14660	8	64
15	14662	20	400
16	14666	7	49
17	11487	11	121
18	12195	20	400
19	12202	6	36
20	12207	8	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เลขที่	เลขประจำตัว	คะแนน(X)	X^2
21	12613	21	441
22	12636	11	121
23	12670	14	196
24	12676	11	121
25	12680	13	169
26	12740	20	400
27	12820	21	441
28	12830	19	361
29	12837	13	169
30	12850	12	144
31	12888	7	49
32	14661	13	169
33	14664	12	144
34	14665	18	324
35	16940	12	144
ΣX		455	
ΣX^2			6761
S^2			24.8823

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

แสดงข้อมูลผู้ตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการวิเคราะห์
ความแตกต่างของน้ำ ได้ถูกและผิด ในแต่ละข้อเพื่อนำไปหา
ค่าความเชื่อมั่น

ข้อที่	ตอบถูก	สัดส่วนผู้ตอบถูก $p = \frac{\text{ผู้ตอบถูก}}{\text{ทั้งหมด}}$	สัดส่วนผู้ตอบผิด $q = 1 - p$	pq
1	21	0.6000	0.4000	0.2400
2	14	0.4000	0.6000	0.2400
3	18	0.5142	0.4857	0.2497
4	15	0.4285	0.5716	0.2449
5	14	0.4000	0.6000	0.2400
6	24	0.6857	0.3142	0.2155
7	21	0.6000	0.4000	0.2400
8	24	0.6857	0.3142	0.2155
9	21	0.6000	0.4000	0.2400
10	20	0.5714	0.4285	0.2488
11	24	0.6857	0.3142	0.2155
12	24	0.6857	0.3142	0.2155
13	14	0.4000	0.6000	0.2400
14	17	0.4857	0.5142	0.2497
15	21	0.6000	0.4000	0.2400
16	18	0.5142	0.4857	0.2497
17	14	0.4000	0.6000	0.2400
18	25	0.7142	0.2857	0.2040
19	16	0.4571	0.5428	0.2481
20	14	0.4000	0.6000	0.2400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารหรือสิ่งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก	สัดส่วนผู้ตอบถูก $p = \frac{\text{ผู้ตอบถูก}}{\text{ทั้งหมด}}$	สัดส่วนผู้ตอบผิด $q = 1 - p$	pq
21	19	0.5428	0.4571	0.2481
22	21	0.6000	0.4000	0.2400
23	14	0.4000	0.6000	0.2400
24	22	0.6285	0.3714	0.2334
Σpq				5.6784
S^2				24.8823
r_{tt}				0.7943

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง การวิเคราะห์
ความแตกต่างของน้ำ ก่อนเรียน (Pretest) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
(Experimental Group) และกลุ่มควบคุม (Control Group)

เลขที่	กลุ่มทดลอง			เลขที่	กลุ่มควบคุม		
	เลขประจำตัว	Pretest (X_1)	(X_1) ²		เลขประจำตัว	Pretest (X_2)	(X_2) ²
1	13215	10	100	1	13193	4	16
2	13596	8	64	2	13403	7	49
3	13740	10	100	3	13442	8	64
4	13752	12	144	4	13452	7	49
5	16156	8	64	5	13586	4	16
6	16157	10	100	6	13741	9	81
7	12721	13	169	7	13750	13	169
8	12731	8	64	8	13798	9	81
9	12734	9	81	9	16158	9	81
10	12744	7	49	10	16159	12	144
11	12749	8	64	11	12737	7	49
12	12834	8	64	12	12787	6	36
13	12898	5	25	13	12803	9	81
14	12902	5	25	14	12821	5	25
15	13128	6	36	15	12840	12	144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มทดลอง			เลขที่	กลุ่มควบคุม		
	เลขประจำตัว	Pretest (X_1)	(X_1) ²		เลขประจำตัว	Pretest (X_2)	(X_2) ²
16	13477	14	196	16	13224	12	144
17	13762	9	81	17	13486	10	100
18	13769	6	36	18	13529	10	100
19	16161	11	121	19	13706	8	64
20	16162	9	81	20	13796	11	121
ΣX_1		176					
$\Sigma X_1)^2$			1664				
ΣX_2						172	
$(\Sigma X_2)^2$							1614
S_1^2							6.0631
S_2^2							7.0947
t							0.2466

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้แทนเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่า t (df = 38, $\alpha = 0.01$) ปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการอ้างถึง

0.2713

ตารางที่ 7
แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง การวิเคราะห์
ความกระด้างของน้ำ ก่อน (Pretest) และหลังเรียน(posttest)
ของนักเรียน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

เลขที่	เลขประจำตัว	Pretest (X_1)	Posttest (X_2)	D	D^2
1	13215	10	19	9	81
2	13596	8	14	6	36
3	13740	10	22	12	144
4	13752	12	18	6	36
5	16156	8	12	4	16
6	16157	10	16	6	36
7	12721	13	21	8	64
8	12731	8	16	8	64
9	12734	9	13	4	16
10	12744	7	14	7	49
11	12749	8	15	7	49
12	12834	8	14	6	36
13	12898	5	14	9	81
14	12902	5	15	10	100
15	13128	6	11	5	25
16	13477	14	20	6	36
17	13762	9	15	6	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

เลขที่	เลขประจำตัว	Pretest (X_1)	Posttest (X_2)	ผลต่าง D	D^2
18	13769	6	14	8	64
19	16161	11	17	6	36
20	16162	9	16	7	49
ΣX_1		176			
ΣX_2			316		
ΣD				140	
ΣD^2					1054
t					15.8627
t (df = 38, $\alpha = 0.01$)					2.713

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์
ความแตกต่างของน้ำ หลังเรียน (Posttest) ของนักเรียน กลุ่มทดลอง
(Experimental Group) และกลุ่มควบคุม (Control Group)

เลขที่	กลุ่มทดลอง			เลขที่	กลุ่มควบคุม		
	เลขประจำตัว	Posttest (X_1)	(X_1) ²		เลขประจำตัว	Posttest (X_2)	(X_2) ²
1	13215	19	361	1	13193	6	36
2	13596	14	196	2	13403	9	81
3	13740	22	484	3	13442	11	121
4	13752	18	324	4	13452	13	169
5	16156	12	144	5	13586	9	81
6	16157	16	256	6	13741	10	100
7	12721	21	441	7	13750	15	225
8	12731	16	256	8	13798	11	121
9	12734	13	169	9	16158	12	144
10	12744	14	196	10	16159	13	169
11	12749	15	225	11	12737	6	36
12	12834	14	196	12	12787	7	49
13	12898	14	196	13	12803	12	144
14	12902	15	225	14	12821	8	64
15	13128	11	121	15	12840	13	169

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มทดลอง			เลขที่	กลุ่มควบคุม		
	เลขประจำตัว	Posttest (X_1)	(X_1) ²		เลขประจำตัว	Posttest (X_2)	(X_2) ²
16	13477	20	400	16	13224	13	169
17	13762	15	225	17	13486	11	121
18	13769	14	196	18	13529	13	169
19	16161	17	289	19	13706	9	81
20	16162	16	256	20	13796	13	169
ΣX_1		176					
$(\Sigma X_1)^2$			1664				
ΣX_2						172	
$(\Sigma X_2)^2$							1614
S_1^2							6.0631
S_2^2							7.0947
t							0.2466
t (df = 38, $\alpha = 0.01$)							0.2713

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีใช้เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 59 / 2540

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและกรรมการพิจารณาหัวข้อ
และโครงการวิทยานิพนธ์ของ นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย
และมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งให้คณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อ และ โครงการวิทยานิพนธ์
ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ดร.มาลัย จีรวัดนเกษตร์

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.ยงยุทธ ตันทุลเวสส์

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

นายชรรค์ชัย คงเสน่ห์

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและโครงการวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล

ประธานประจำสาขาวิชา

ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ

กรรมการประจำสาขาวิชา

ดร.มาลัย จีรวัดนเกษตร์

กรรมการ

ผศ.ดร.ยงยุทธ ตันทุลเวสส์

กรรมการ

นายชรรค์ชัย คงเสน่ห์

กรรมการ

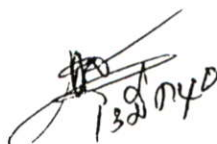
ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ /3 มีนาคม พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลง ครอบครอง ผลิตซ้ำ กระจายเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
(รศ.ดร.ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

สั่ง


13 มี.ค. 2540

MT
12 มี.ค. 40



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2540

1. นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์ ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนามและโดยวิธีสอนแบบปกติ” โดยมี คร.มาลัย จีรวัดนเกษตร์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ยงยุทธ คันทจุลเวสส และ นายขรรค์ชัย คงเสน่ห์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพียงภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องยื่นส่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 3053

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๗ กันยายน 2540

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมด่านสำโรง

ด้วยนายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ กำลังทำการวิจัยเพื่อ
เรียบเรียงวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง การวิเคราะห์
ความกระต้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความ
กระต้างของน้ำแบบภาคสนามและโดยวิธีสอนแบบปกติ”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดพิจารณา
อนุญาตให้นักศึกษา ได้ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่าน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ
โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรณี สীগิวฒนะ)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่รู้อีกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
งานบัณฑิตศึกษา

โทร.3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205



ที่ ทม.1504/ 2939

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓ กันยายน 2540

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.ดร.ประเสริฐ ศรีไพโรจน์

ด้วยคณะกรรมการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุด วิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีสอนแบบปกติ"

คณะกรรมการอุตสาหกรรม หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรณี สীগิจวัฒน์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า งานบัณฑิตศึกษาอื่น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205



ที่ ทม 1504/ 2939

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3 กันยายน 2540

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สมบัติ สุวรรณพิทักษ์

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุด วิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีสอนแบบปกติ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรณี สิกิจวัฒนะ)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205



ที่ ทม 1504/ 2939

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3 กันยายน 2540

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ปรีชาญ เดชศรี

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายสุรินทร์ อ่อนสมบูรณ์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีสอนแบบปกติ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรณี ลิกิจวัฒนะ)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อปฏิบัติราชการเท่านั้นให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205



ที่ ทม 1504/ 2939

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓ กันยายน 2540

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายสุรินทร์ อ่อนสมบุรณ์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุด วิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีสอนแบบปกติ"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรณี สิกิจวัฒนะ)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ให้นำเอกสารนี้ไปทำสิ่งอื่น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205



ที่ ทม 1504/ 2939

คณะกรรมการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓ กันยายน 2540

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางสาวถนอมจิตต์ เสนมา

ด้วยคณะกรรมการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและแผนการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายสุรินทร์ อ่อนสมบุรณ์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนด้วยการใช้สื่ออุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม และโดยวิธีสอนแบบปกติ”

คณะกรรมการ หวังว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรณี สীগิจวัฒนะ)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205

แผนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์

เวลา 3 คาบ

เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ
ชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย

1. สารสำคัญ

น้ำกระด้าง หมายถึงความสามารถของน้ำที่จะตกตะกอนสบู่ โดยสบู่จะถูกทำให้ตกตะกอนโดย Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในน้ำเป็นส่วนใหญ่ ส่วนไอออนอื่น ๆ เช่น Al^{3+} , Sr^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} และ Mn^{2+} อาจทำให้เกิดความกระด้างได้บ้างแต่มีปริมาณน้อยและมีค่าการละลายที่จำกัด ในความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำตามธรรมชาติจึงทำให้ความกระด้างของไอออนเหล่านี้หมดความหมายลง ยกเว้น Ca^{2+} และ Mg^{2+} ความหมายของน้ำกระด้างจึงหมายถึงคุณสมบัติของน้ำที่แทนค่าความเข้มข้นทั้งหมดของ CaCO_3 ต่อน้ำ 1 ลิตร โดยพยายามเปลี่ยนค่าไอออนประจุบวกแต่ละตัวด้วยฟอสเฟตเตอร์ให้เป็นรูปมิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของ CaCO_3 เมื่อรวมผลทั้งหมดของไอออนประจุบวกเข้าด้วยกัน ผลรวมนี้คือค่าความกระด้างมักวัดเป็นหน่วย ppm.

เกณฑ์การแบ่งความกระด้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมจะแบ่งเป็นช่วงกว้าง การหาระดับความกระด้างทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการตกตะกอนสบู่มาตรฐานที่ถูกต้องวิเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษ โดยมีกรดไขมันที่ทราบชนิดและปริมาณที่แน่นอน หรือวิธีทางสเปคโตรโฟโตเมตริก โดยอาศัยการดูดกลืนแสงของ Ca^{2+} ที่ช่วงความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร และวิธีไตเตรทแบบเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของสาร Ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA)

น้ำกระด้างมีทั้งประโยชน์และโทษต่อการอุปโภคและบริโภค ตลอดจนการใช้ทางด้านอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว

- (1) สามารถบอกความหมายของน้ำกระด้างได้
- (2) บอกเกณฑ์การแบ่งความกระด้างของน้ำ
- (3) สามารถทำการทดลองและจำแนกประเภทของน้ำกระด้างได้
- (4) สามารถสรุปประโยชน์และโทษของน้ำกระด้างได้

2.2 จุดประสงค์นำทาง

- (1) บอกความหมายและเกณฑ์ในการจำแนกน้ำกระด้างได้
- (2) บอกประโยชน์และโทษของน้ำกระด้างต่อการอุปโภคและบริโภคได้
- (3) สามารถทำการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสรุปผลการทดลองได้
- (4) สามารถนำเกณฑ์การวิเคราะห์ระดับความกระด้างไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. ขอบเขตของเนื้อหา

ตอนที่ 1

3.1 ความหมายของน้ำกระด้าง หมายถึง ผลรวมของอิออนประจุบวกทุกชนิดในรูปของจำนวนมิลลิกรัมของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ต่อ น้ำ 1 ลิตร หรือเป็นหน่วย พีพีเอ็ม (ppm)

3.2 หน่วยของพีพีเอ็ม (parts per million, ppm) หมายถึง ส่วนของตัวถูกละลายหนึ่งในตัวทำละลายล้านส่วน หาได้จากสูตร

$$\text{ppm} = \frac{\text{น้ำหนักตัวถูกละลาย}}{\text{น้ำหนักตัวทำละลาย}} \times 10^6$$

ดังนั้น
$$\text{ppm} = \frac{\text{น้ำหนักตัวถูกละลาย (g)}}{\text{ปริมาตรของตัวทำละลาย (cm}^3\text{)}} \times 10^6$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่น้ำ 1 กรัม (g) มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm³)

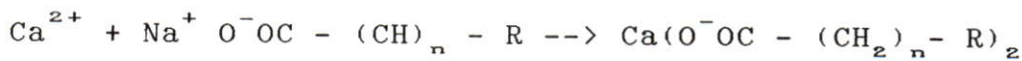
$$\begin{aligned} \text{ppm} &= \frac{\text{g}/10^6}{\text{cm}^3} \times 10^6 \\ &= \frac{\cancel{\text{g}}}{\text{cm}^3} \\ &= \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} \end{aligned}$$

3.3 เกณฑ์การแบ่งความกระด้างของน้ำ นิยมแบ่งเกณฑ์โดยกำหนดเป็นช่วงความกระด้างไว้ ดังนี้

ความกระด้าง ppm ในรูป CaCO ₃	สภาพน้ำ
0 – 50	น้ำอ่อน
50 – 100	มีความกระด้างแต่ไม่เกินมาตรฐาน
100 – 150	กระด้างเล็กน้อย
150 – 250	ค่อนข้างกระด้าง
250 – 350	กระด้าง
มากกว่า 350	กระด้างมาก

3.4 การทดสอบความกระด้าง นิยมทำ 3 วิธี คือ

(1) ไตเตรทกับสบู่มาตรฐาน Standard soap method โดยสบู่ต้องเป็นสบู่สังเคราะห์ที่มีกรดไขมันที่ทราบชนิดและปริมาณที่แน่นอน ตั้งสมการ

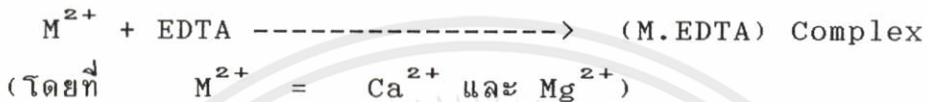


สารละลายสบู่มาตรฐาน

โดย 1 ปริมาณของน้ำกระด้างจะทำปฏิกิริยาพอดีกับ 2 ปริมาณของสบู่มาตรฐานเมื่อถูกจุดยุติ (end point) จะเกิดฟองสบู่ ดังนั้น ระหว่างการไตเตรทต้องคนสารละลายอย่างระมัดระวัง ซึ่งสังเกตผลยาก

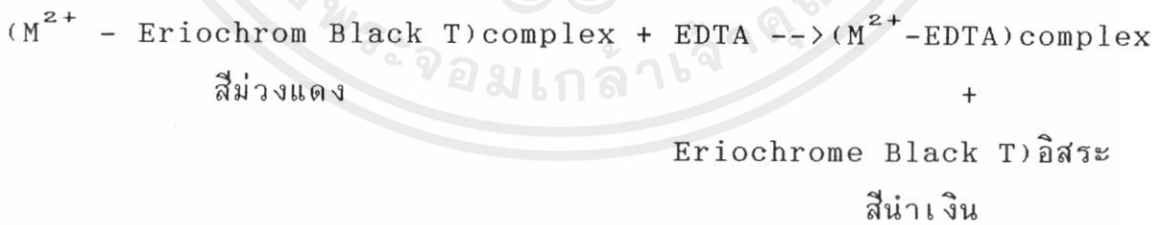
(2) การดูดกลืนแสงโดยไอออนในน้ำจะถูกดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร

(3) วิธีการไตเตรทแบบสารประกอบเชิงซ้อน (Complex-metric titration) โดยใช้สารละลาย EDTA มาตรฐานและมีเอริโอโครมแบลค-ที (Eriochrome Black T) เป็นอินดิเคเตอร์ที่สังเกตสีง่าย ดังสมการ



เมื่อเติมอินดิเคเตอร์เอริโอโครม-แบลค-ที ปริมาณเล็กน้อยลงไปในอินดิเคเตอร์นี้จะรวมกับประจุของ M^{2+} (Ca^{2+} และ Mg^{2+} เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่เสถียร มีสีม่วงแดงดังสมการอย่างง่าย คือ $M^{2+} + \text{Eriochrome Black T} \longrightarrow (\text{M}^{2+} - \text{Eriochrome Black T}) \text{ complex}$ อินดิเคเตอร์

เมื่อนำน้ำกระด้างที่เติมอินดิเคเตอร์นี้ไปไตเตรทกับสารละลาย EDTA สารละลาย EDTA จะเข้าไปแทนที่ Eriochrome Black T (อินดิเคเตอร์) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับ EDTA ที่เสถียรกว่าแทน เมื่อถึงจุดยุติ EDTA ที่ถึงจุดสมมูลย์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ M^{2+} พบว่าอินดิเคเตอร์นี้จะถูกปลดปล่อยเป็นอิสระจะมีสีเป็นสีน้ำเงิน ความคมชัดของสีจะเหมาะสมกับช่วง pH ระหว่าง 10 ± 0.1 ดังสมการ



(4) มีนักวิจัยทดลองสร้างชุดไตเตรทนี้บรรจุลงในขวดหยดมาตรฐานที่ตรวจสอบจำนวนหยดมาตรฐานแล้วนำมาหาค่าคุณภาพความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง โดยเทียบกับการดูดกลืนแสงนำมาสร้างเป็นเกณฑ์การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำไว้เป็น 4 เกณฑ์ คือ

ให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนหยดของสารละลาย EDTA	ผล
1 - 2	น้ำอ่อน
2 - 10	มีความกระด้างแต่ไม่เกินมาตรฐาน
มากกว่า 10	มีความกระด้างเกิน 100 มิลลิกรัม
มากกว่า 24	มีความกระด้างเกิน 300 มิลลิกรัม ไม่เหมาะแก่การดื่ม

3.5 ประโยชน์และโทษของน้ำกระด้าง

ตอนที่ 2

3.6 การทดลอง การตรวจสอบความกระด้าง ด้วยชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (สำหรับกลุ่มควบคุม)

ตอนที่ 1

4.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

(1) ครูนำตัวอย่างน้ำดื่มจากท้องตลาดจำนวน 5 เครื่องหมาย และน้ำกลั่นบริสุทธิ์ให้นักเรียนทดลองดื่ม

(2) ครูใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียน ถ้ามองถึงรสของน้ำดื่มแต่ละชนิด เช่น

- รสชาติแตกต่างกันหรือไม่
- อะไรคือสาเหตุที่ทำให้มีรสชาติต่างกัน

(3) ครูนำน้ำกลั่นบริสุทธิ์ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าแบบง่ายที่มี

หลอดไฟแสดงความสว่าง (ไฟที่หลอดไม่สว่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ครูนำสารละลาย CaCO_3 หยดลงไปและต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า แสดงความสว่าง (ไฟที่หลอดสว่าง)

(5) ครูใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียน เช่น

- ชุดน้ำกลั่นที่หลอดไฟสว่างภายหลังจากเติมอะไรลงไป (CaCO_3)
- กลือหินปูนเมื่ออยู่ในน้ำจะแตกตัวเป็นอะไร (อิออน)
- การแตกตัวของเกลือหินปูน มองเห็นด้วยตาเปล่าหรือไม่ (ไม่เห็น)
- ถ้าหยดน้ำสบู่ลงไปจะเป็นเช่นไร (ไม่เกิดฟอง)
- ทำไมเมื่อหยดน้ำสบู่ลงไปจึงไม่เกิดฟอง (เพราะเกิดไคลสบู่ตกตะกอน)

4.2 ชั้นกิจกรรม (45)

(1) ครูบรรยายตามขอบเขตของเนื้อหาข้อ 3.1- 3.4 อย่างละเอียดโดยใช้แผ่นใส

(2) ครูยกตัวอย่างน้ำดื่มและแหล่งน้ำอื่นมาประกอบการบรรยายเนื้อหาข้อ 3.5 ประโยชน์และโทษของน้ำกระด้าง เช่น แหล่งน้ำดื่ม, แหล่งน้ำที่ใช้ในโรงงานที่ต้องใช้ไอน้ำ, ระบายหมู่บ้าน, วัสดุที่ใช้ในการทำน้ำประปา, เครื่องกรองน้ำ

4.3 ชั้นอภิปรายและสรุป (30 นาที)

(1) ครูใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนก่อนการสรุป เช่น

- ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบความกระด้างของน้ำจะทำอย่างไร?
- ที่บ้านของนักเรียนใช้เครื่องกรองน้ำหรือไม่?
- เครื่องกรองน้ำมีไว้ทำอะไร?
- นักเรียนเคยทดลองต้มน้ำจากเครื่องกรองน้ำที่เสื่อมประสิทธิภาพหรือไม่?

(2) ครูสรุปเนื้อหาจากการที่นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายทั้งหมดลงในแผ่นใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 (สำหรับกลุ่มทดลอง)

การทดลองการตรวจสอบความกระด้างของน้ำด้วยชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม

4.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที)

(1) ครูทบทวนเรื่องน้ำกระด้าง ความหมาย หน่วยของการวัดเกณฑ์การแบ่งความกระด้าง การทดสอบความกระด้าง ที่ผ่านแล้วอีกครั้งหนึ่ง

(2) ครูนำตัวอย่างของน้ำ 5 ตัวอย่าง ที่ทราบปริมาณ CaCO_3 , ช่วงของระดับความเข้มข้น คือ 0, 0-100, 100-200, 300-400 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยใช้อักษร A, B, C, D ตามลำดับแทนระดับความเข้มข้นมาแสดงให้นักเรียนดู และจะเปิดเผยภายหลังทำการทดลอง

(3) ครูเร้าด้วยคำถามว่า นักเรียนสามารถตรวจสอบช่วงของความเข้มข้นของน้ำตัวอย่างเหล่านี้ได้หรือไม่

4.2 ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

(1) - ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน
- ครูแจกอุปกรณ์การทดลอง กลุ่มละ 1 ชุด
- ครูมอบใบงานกิจกรรมตามกลุ่ม เรื่องการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม ซึ่งประกอบด้วยตารางบันทึกผลการทดลองและแบบฝึกหัดท้ายบท

(2) ครูสาธิตวิธีการใช้อุปกรณ์โดยเฉพาะการเขย่าหลอดทดลอง, การเขย่าขวดของสารละลายก่อนหยด, การบีบหลอดหยดยาและอธิบายเครื่องหมายบนหลอดหยดยา และสารเคมีในแต่ละหลอดคืออะไร

(3) ครูอธิบายวิธีทำการทดลองตามใบงานที่ได้รับแจกอย่างละเอียด

(4) นักเรียนดำเนินการทดลอง

4.3 ขั้นอภิปรายและสรุป (20 นาที)

(1) ครูสุ่มผลการทดลองของนักเรียน 1 กลุ่ม เสนอผลเขียนตารางบันทึกผลการทดลองบนกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนสรุปผลไปในเอกสารนี้ด้วยร่วมกันถึงงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ครูใช้คำถามประกอบการสรุปและอภิปรายผลจากตาราง บันทึกผลการทดลองตัวอย่าง เช่น

- น้ำตัวอย่างอักษร A, B, C, D นับจำนวนสารละลาย จากขวดสารละลายหมายเลข 3 (EDTA) ได้กี่หยด

- อ่านจากเกณฑ์แล้ว สารละลาย A, B, C และ D จัด เป็นน้ำที่มีระดับความกระด้างอย่างไร

- ได้ผลการทดลองตรงตามข้อมูลที่ครูแสดงผลบนกระดานหรือไม่? (A = น้ำอ่อน, B = มีความกระด้างแต่ไม่เกินมาตรฐาน, C = มีความกระด้าง เกิน 100 มิลลิกรัม, D = มีความกระด้างเกิน 300 มิลลิกรัม ไม่เหมาะใช้ดื่ม)

(3) ถ้าสารละลายขวดที่ 1 คือสารละลายบัฟเฟอร์ (pH 10 ± 0.1)

สารละลายขวดที่ 2 คือสารละลายอินดิเคเตอร์

เอริโอโครมแบลค-ที

สารละลายขวดที่ 3 คือสารละลาย EDTA มาตรฐาน

นักเรียนสามารถเขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาอย่างง่ายได้

หรือไม่เมื่อหยดสารละลายหมายเลข 1-3 ลงไปจนสารละลายเปลี่ยนสี

$M^{2+} - \text{Eriochrome Black T} \rightarrow (M - \text{Eriochrome Black T})\text{complex}$

$(M - \text{Eriochrome Black T})\text{complex} + \text{EDTA} \rightarrow (M - \text{EDTA})\text{complex} + \text{สีม่วงแดง} + \text{สีน้ำเงิน}$

Eriochrome Black T อีสระ

(4) ครูให้นักเรียนเขียนข้อสรุปลงในตารางบันทึกผลการทดลอง และทำแบบฝึกหัดหลังทำการทดลองแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สื่อและอุปกรณ์

5.1 อุปกรณ์

รายการอุปกรณ์	จำนวน/กลุ่ม
1. น้ำตัวอย่างอักษร A, B, C และ D	
2. หลอดทดลองขนาดใหญ่	4
3. กระจกตวงขนาด 10 cm ³	4
4. ขวดบรรจุสารละลายหมายเลข 1 (สารละลายบัฟเฟอร์)	1
5. ขวดบรรจุสารละลายหมายเลข 2 (อินดิเคเตอร์)	1
6. ขวดบรรจุสารละลายหมายเลข 3 (สารละลายมาตรฐาน EDTA)	1
7. เกณฑ์จำแนกความกระด้างของน้ำแบบ ภาคสนาม	

5.2 รายการสื่อ

1. ใบงานเรื่องการวิเคราะห์น้ำกระด้างโดยใช้ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม พร้อมตารางบันทึกผลการทดลอง

2. แบบฝึกหัดท้ายบทแนบท้ายตาราง

3. เกณฑ์จำแนกความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม

5.3 สิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้า

1. ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม

2. เตรียมสารละลายหมายเลข 1-3 บรรจุลงในขวดที่ผ่าน

เอกสารที่ควรตรวจสอบขนาดและจำนวนหยดแล้ว (1 หยด = 0.0028 cm³) กลุ่มละ 1 ชุด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวัดผลและประเมินผล

6.1 จากการตรวจแบบฝึกหัดแนบท้ายใบงาน

6.2 จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้
ชุดวิเคราะห์ความกระต้างของน้ำแบบภาคสนาม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงาน

เรื่อง การวิเคราะห์น้ำหนักกระด้างโดยใช้ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ แบบภาคสนาม

1. จุดมุ่งหมายของกิจกรรม

1. สามารถบอกความหมายและเกณฑ์ในการจำแนกน้ำกระด้างได้
2. สามารถทำการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลองได้
3. สามารถเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาอย่างง่ายของสารละลายที่ใช้ทำการทดลองได้

2. วิธีทำ

1. ตวงน้ำตัวอย่าง A, B, C และ D ด้วยกระบอกตวงแต่ละอันจำนวนตัวอย่าง 5 cm^3 เทใส่หลอดทดลองแต่ละหลอดอย่างระมัดระวัง โดยให้น้ำตัวอย่างทั้งหมดลงในหลอดทดลองอย่างแท้จริง
2. ปิดฉลากของน้ำแต่ละตัวอย่างบนหลอดทดลองให้ตรงกับชนิดของน้ำตัวอย่างแต่ละชนิดห้ามปะปนกัน
3. หยดสารละลายจากขวดหมายเลข 1 (บัพเฟอร์) ลงไปแต่ละหลอดหลอดละ 2 หยดเขย่าเบา ๆ ให้เข้ากัน
4. หยดสารละลายจากขวดหมายเลข 2 (อินดิเคเตอร์) ลงไปแต่ละหลอดหลอดละ 2 หยด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง เขย่าให้เข้ากัน ห้ามให้สารละลายกระเซ็นออกจากหลอดทดลอง
5. หยดสารละลายจากขวดหมายเลข 3 ลงไปที่ละหยด (เขย่าทุกครั้งที่ยหยด) ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอดที่หลอดจนสิ้นสุดการทดลอง พยายามหยดให้สม่ำเสมอทุกหยดนับจำนวนหยดที่ใช้จนกระทั่งเปลี่ยนสี

เอกสารนี้เป็นฉบับที่จำนวนหยดที่ใช้ในแต่ละหลอดของน้ำตัวอย่างแต่ละประเภท

ไม่ว่ากรณีใด ทั้งเปรียบเทียบเกณฑ์การวิเคราะห์ ดังตารางข้างของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์จำแนกความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม

จำนวนหยดของสารละลายหมายเลข 3	ผลที่ได้
1 - 2 2 - 10 มากกว่า 10 มากกว่า 24	น้ำอ่อน มีความกระด้างแต่ไม่เกินมาตรฐาน มีความกระด้างเกิน 100 มิลลิกรัม มีความกระด้างเกิน 300 มิลลิกรัม (ไม่เหมาะแก่การใช้ดื่ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง เรื่อง

ผู้ร่วมทำการทดลอง 1.

2.

3.

4.

วัตถุประสงค์ 1.

2.

3.

ผลการทดลอง

น้ำตัวอย่าง	จำนวนหยดของสารละลาย หมายเลข 3	ผลการวิเคราะห์
A		
B		
C		
D		

สรุปผลการทดลอง

 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเราใช้ข้รวมเพื่อการศึกษาน่าเป็น ไปโดยปกติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆก็ตาม ถือว่าผิดกฎหมายและจะดำเนินการฟ้องร้องดำเนินคดีกับผู้ที่นำออกไปใช้

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
เรื่อง การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- (1) บอกความหมายและเกณฑ์ในการจำแนกน้ำกระด้างได้
- (2) บอกประโยชน์และโทษของน้ำกระด้างต่อการอุปโภคและบริโภคได้
- (3) สามารถทำการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสรุปผลการทดลองได้
- (4) สามารถนำเกณฑ์การวิเคราะห์ระดับความกระด้างไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อความต่อไปนี้ข้อใด? ถูกต้องที่สุด ตามความหมายของน้ำกระด้าง (ความรู้ความจำ)
 - ก. น้ำที่ตกตะกอนกับสบู่
 - ข. ปริมาณ CaCO_3 ในน้ำ ต่อ น้ำ 1 ลิตร
 - ค. ปริมาณ CaCO_3 และ MgCO_3 เท่านั้น ต่อน้ำ 1 ลิตร
 - ง. ผลรวมของอิออนประจุบวกทุกชนิดในรูปมิลลิกรัมของ CaCO_3 ต่อน้ำ 1 ลิตร
2. ppm. หมายถึงข้อใด? (ความรู้ความจำ)
 - ก. หน่วยวัดประจุที่แขวนลอยในน้ำ
 - ข. หน่วยวัดปริมาณความกระด้างของน้ำ
 - ค. หน่วยวัดปริมาตรในการไทเทรตบอกความกระด้างของน้ำ
 - ง. ส่วนของตัวถูกละลาย 1 ส่วน ในตัวทำละลาย 1 ล้านส่วน
3. เกณฑ์ความกระด้างที่ข้อใด? ไม่เหมาะที่จะนำมาอุปโภคและบริโภค (ความรู้ความจำ)

เอกสารนี้เป็ก 0 ถึง 50 มิลลิกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร หมายความว่าน้ำไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

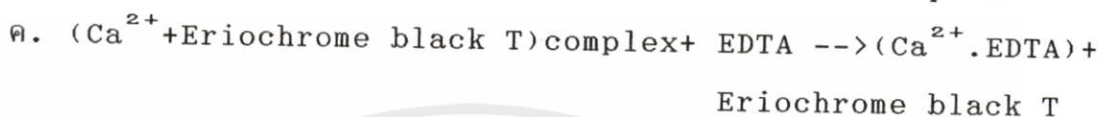
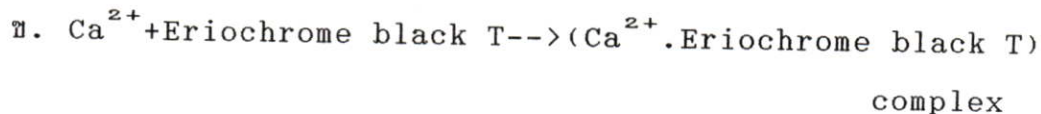
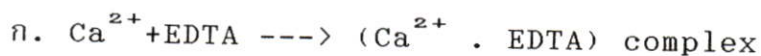
ไม่ว่ากรณีใด ทั้ง 50 ถึง 100 มิลลิกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร รั้งอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 - ค. มากกว่า 100 มิลลิกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร
 - ง. มากกว่า 300 มิลลิกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร

4. ข้อใด? ไม่ใช่วิธีทดสอบความกระด้างที่ถูกต้อง (ทักษะการทดลอง)
- วัดความสูงของฟองสบู่
 - ไทเทรตกับสบู่มาตรฐาน
 - ไทเทรตแบบสารประกอบเชิงซ้อน
 - วัดการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร
5. ชุดวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำแบบภาคสนาม ประยุกต์มาจากวิธีการทดสอบแบบใด? (ทักษะการทดลอง)
- วัดความสูงของฟองสบู่
 - ไทเทรตกับสบู่มาตรฐาน
 - ไทเทรตแบบสารประกอบเชิงซ้อน
 - วัดการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร
6. จุดยุติ (end point) ของการวิเคราะห์ด้วยชุดวิเคราะห์ของน้ำกระด้างแบบภาคสนามจะสังเกตได้อย่างไร? (ทักษะการทดลอง)
- เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียวอ่อน
 - เปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน
 - เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีม่วงแดง
 - เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วงแดง
7. ข้อใด? เป็นข้อดีของน้ำกระด้าง (การนำไปใช้)
- ทำให้หม้อน้ำในอุตสาหกรรมแข็งแรงขึ้น
 - ทำให้เกิดตะกอนในขบวนการกลึงดีบุก
 - ทำให้น้ำมีรสอร่อยเพราะน้ำอ่อนไม่มีรส
 - ทำให้โลหะตะกั่วที่เป็นส่วนผสมของท่อประปาไม่ละลายปนลงมาในน้ำ
8. โทษของน้ำกระด้างต่อสุขภาพคือข้อใด? (การนำไปใช้)
- ก่อให้เกิดโรคหัวใจในระบบทางเดินปัสสาวะ
 - ปะปนมากับน้ำทำให้เกิดมลทิน เป็นพิษต่อร่างกาย
 - สารซักล้างที่ปนมากับน้ำ ทำให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการการเกิดปฏิกิริยาอย่างง่าย ตอบคำถามข้อ 9 - 10



9. วิธีการไตเตรทแบบการใช้สารเชิงซ้อน ขึ้นตอนใด? คือจุดยุติ (ทักษะการทดลอง)

10. วิธีการไตเตรทแบบใด? จะเกิดโคลสบู (ทักษะการทดลอง)

ใช้เกณฑ์การวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 11 - 12

จำนวนหยดของสารละลายหมายเลข 3	ผลที่ได้
1-2	น้ำอ่อน
2-10	มีความกระด้างแต่ไม่เกินมาตรฐาน
มากกว่า 10	มีความกระด้างเกิน 100 มิลลิกรัม
มากกว่า 24	มีความกระด้างเกิน 300 มิลลิกรัม

11. จากการตรวจสอบน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำพบว่าวัดได้ 9 หยดของสารละลาย EDTA นักเรียนจะตัดสินใจอย่างไร? (การนำไปใช้)

ก. ควรทำการล้างไส้กรอง

ข. ใช้เครื่องกรองน้ำต่อไปได้อีกระยะเวลาหนึ่ง

ค. ซื้อไส้กรองมาเปลี่ยนใหม่ให้กับเครื่องกรองน้ำ

ง. ไม่ควรใช้น้ำนั้นดื่ม เพราะอยู่ในเกณฑ์อันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. เมื่อทำการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านเครื่องกรองหลังจากทำการล้างไส้กรองแล้ว พบว่ามีค่าจำนวนหยด 20 หยด นักเรียนจะตัดสินใจอย่างไร? (การนำไปใช้)
- ควรทำการล้างไส้กรอง
 - ใช้เครื่องกรองน้ำต่อได้อีกระยะเวลาหนึ่ง
 - ซื้อไส้กรองมาเปลี่ยนใหม่ให้กับเครื่องกรองน้ำ
 - ไม่ควรใช้น้ำนั้นดื่มเพราะอยู่ในเกณฑ์อันตราย
13. จากการศึกษาคุณภาพของน้ำ พบค่าความกระด้างของน้ำมีค่าเกณฑ์ความกระด้าง อยู่ระหว่าง 0-50 มิลลิกรัม จะสรุปผลได้อย่างไร? (การนำไปใช้)
- ใช้อุปโภคและบริโภคได้ตามปกติ
 - ใช้เติมแบตเตอรี่รถยนต์ได้ เพราะมีไอออนเป็นสื่อการนำไฟฟ้า
 - เป็นแหล่งน้ำที่เหมาะสมแก่การใช้ในร้านซัก-อบ-รีด เพราะไม่มีสารแขวนลอย
 - เหมาะกับการใช้ในโรงพยาบาล เพราะปราศจากเชื้อโรคและสารแขวนลอย
14. ผงซักฟอกที่ให้ฟองมากจะมีประสิทธิภาพในการซักล้างได้มากใช้หรือไม่ เพราะเหตุใด? (การนำไปใช้)
- ใช่ เพราะฟองมากทำให้ไม่ต้องออกแรงขยี้ผ้ามาก
 - ใช่ เพราะผงซักฟอกจะเกิดขี้กับน้ำและพื้นผ้าไม่มีขี้กับสิ่งสกปรก
 - ไม่ใช่ เพราะมีสารเพิ่มฟองซึ่งไม่ช่วยในการซักล้าง
 - ไม่ใช่ เพราะในน้ำมีความกระด้างมากจึงเปลืองผงซักฟอก
15. ข้อความใด? ไม่มี ส่วนสัมพันธ์กัน (การนำไปใช้)
- เปลืองสบู่เพราะน้ำอ่อนทำปฏิกิริยากับสบู่ได้ดี
 - น้ำกระด้างมากไม่เหมาะแก่การใช้ในการอุตสาหกรรมทำอาหารกระป๋อง
 - ตะกรันเกิดจากตะกอนของสารปนเปื้อนทุกชนิดที่มากับน้ำ
 - ถูกทั้งข้อ ก, ข และ ค
16. ในการแปลงค่า ppm. นี้ อาศัยหลักการอะไร? (ทักษะการทดลอง)
- น้ำ 1 กรัม มีปริมาตร 1 cm³
 - แคลเซียมคาร์บอเนตละลายน้ำ
 - ปริมาณตัวถูกละลายล้านส่วน
 - มวลตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายอะไรก็ได้ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏ

ข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 17-19

1. ปริมาตรของน้ำที่จะนำมาวิเคราะห์จะต้องมีปริมาตรเท่ากัน
 2. เหน้ในกระบอกตวงอย่างละเท่ากันนำมาผสมกัน
 3. หยดสารละลายชนิดที่ 1 (บัพเฟอร์) ให้มีปริมาณเท่ากัน
 4. หยดสารละลายชนิดที่ 2 (อินดิเคเตอร์) ให้มีปริมาณเท่ากัน
 5. นับจำนวนหยดสารละลายชนิดที่ 3 (EDTA) ลงไปในน้ำตัวอย่าง
 6. เปรียบเทียบจำนวนหยดกับเกณฑ์การวิเคราะห์
 7. แปรผลจำนวนหยดเป็นระดับความกระด้าง
 8. อภิปรายผลการทดลองเพื่อบอกความแตกต่าง
17. ในชั่วโมงวิชาเคมี นิรมลเกิดความสงสัยว่า น้ำที่กรองด้วยเครื่องกรองน้ำ และน้ำประปาที่ผ่านการต้มมาแล้วมีความกระด้างต่างกันหรือไม่ นิรมลจะออกแบบการทดลองอย่างไร? (ทักษะการกำหนดควบคุมตัวแปร)
- ก. 1, 3, 4, 5, 7, 6
 - ข. 2, 4, 3, 5, 7, 8
 - ค. 2, 3, 4, 5, 6, 7
 - ง. 1, 3, 4, 5, 6, 7
18. ตัวแปรที่สำคัญที่สุด ในการทดลองที่นิรมลต้องระมัดระวัง คือข้อใด?
- ก. 1
 - ข. 3
 - ค. 4
 - ง. 5
19. ขั้นตอนที่มีความจำเป็นน้อยที่สุดในการวิเคราะห์น้ำกระด้างคือข้อใด? (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- ก. 5
 - ข. 6
 - ค. 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. ข้อความใด? ไม่ใช่ ข้อมูลจากการสังเกตระหว่างการวิเคราะห์น้ำกระด้าง (ทักษะการสังเกต)

- ก. สารละลายมีกลิ่นฉุนคล้ายแอมโมเนีย
- ข. สีม่วงแดงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
- ค. ขนาดของจำนวนหยดของสารละลายต้องสม่ำเสมอและเท่ากัน
- ง. ปริมาตรของน้ำตัวอย่างในหลอดทดลองมีระดับต่างกัน

21. ถ้านักเรียนช้อน้ำดื่มชนิดเดียวกันจากตลาดมา 2 ขวดนำไปแช่ในตู้เย็น 1 ขวด วันต่อมาได้น้ำน้ำทั้งสองขวดมาดื่ม ปรากฏว่าน้ำในขวดที่แช่ในตู้เย็นมีรสเผือกกว่าน้ำในขวดที่ไม่ได้แช่ ข้อใด? ที่ใช้วิธีการสังเกต (ทักษะการสังเกต)

- ก. การเลือกช้อน้ำดื่ม
- ข. น้ำในขวดที่แช่ในตู้เย็นมีตะกอน
- ค. น้ำในขวดที่แช่ในตู้เย็นจะมีลักษณะเป็นน้ำแข็ง
- ง. มีรสเปลี่ยนไป

22. ถ้านักเรียนเก็บตัวอย่างน้ำจากธรรมชาติในสถานที่เดียวกันนำมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ทำการวิเคราะห์ทันที อีกส่วนหนึ่งทิ้งค้างคืนไว้ 1 คืนจึงทำการวิเคราะห์ ปรากฏว่าตัวอย่างที่ทิ้งค้างคืนไว้มีปริมาณความกระด้างของน้ำมากกว่าตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ทันที นักเรียนคิดว่าน้ำจะมีสาเหตุมาจากข้อใด? (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. ตัวอย่างน้ำสัมผัสกับคนละครึ่ง
- ข. สุ่มในเวลาต่างกันทำให้เกิดตะกอนไม่เท่ากัน
- ค. การเก็บตัวอย่างมีผลต่อความกระด้างของน้ำ
- ง. การวิเคราะห์ด้วยเวลาที่ต่างกันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน

23. จากข้อ 22 ถ้านักเรียนต้องการจะวิเคราะห์หาสาเหตุนักเรียนจะทำอย่างไร? (ทักษะการออกแบบการทดลอง)

ก. ทำซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่แน่นอน

ข. ทำการทดลองพร้อมกันทันทีเพื่อความแน่นอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ค. นำตัวอย่างน้ำชุดเดิมมาผสมกันแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ไม่ว่าการคิดค่าเฉลี่ย ที่มีการนำไปใช้

ง. นำตัวอย่างน้ำมา 2 ชุดทำการวิเคราะห์แบบเดิมจึงสามารถบอกสาเหตุได้

24. การใช้น้ำกระด้างเล็กน้อย ($50-80 \text{ mg/l}$) ทำน้ำประปาและในปัจจุบันก็ยัง
มีใช้กันอยู่มากเพราะเหตุใด? (การนำไปใช้)
- ก. มลทินในน้ำทำให้น้ำมีรสกร่อย
 - ข. ตะกอนหรือสิ่งแขวนลอยในน้ำจะตกไม่หมด
 - ค. ป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสบูในการทำความสะอาดร่างกาย
 - ง. ป้องกันไม่ให้ตะกั่วที่เป็นโลหะผสมใช้ทำท่อละลายมากับน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายสุนทร นามสกุล อ่อนสมบูรณ์
เกิดวันที่ 1 ธันวาคม 2494
สถานที่เกิด อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร
ประวัติการศึกษา
ปี พ.ศ.2511 มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสมาคมโรงเรียนราษฎร์
ปี พ.ศ.2518 ปริญญาการศึกษามัธยมศึกษา เอกเคมี
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เริ่มรับราชการตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์
อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่ พ.ศ.2519
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง
อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ
ที่อยู่ปัจจุบัน 161/75 ซอยเจริญ ถนนสรรพาวุธ บางนา
พระโขนง กรุงเทพมหานคร 10260
โทร. 3933192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้