

การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาเคมี ๒ บางหัวข้อในระดับ ป.ท.ชั้นสูง
โดยการสอนแบบทดลอง ศึกษากับการสอนแบบปกติ

ปริญญาโท

ของ

ระวีวรรณ สัตยารักษ์

พัฒนศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒ ก.ค. ๒๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า

ปริญญาการศึกษาตามมติ

10 มีนาคม 2519

การศึกษารเปรียบเทียบผลการสอนวิชาเคมี 2 บางหัวข้อในระดับ ป.กค. ชั้นสูง
โดยวิธีการสอนแบบทดลองตนกว่ากับการสอนแบบปกติ

บทคัดย่อ

ของ

ระวีวรรณ สักขารักษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษากายหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

10 มีนาคม 2512

A COMPARATIVE STUDY OF EXPERIMENTAL AND TRADITIONAL APPROACH
IN TEACHING CERTAIN TOPICS OF CHEMISTRY II
IN THE HIGHER CERTIFICATE OF EDUCATION

ABSTRACT

BY

RAWEEWAN SATTAYARAK

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education Degree
Sri Nakharinwirot University
March 10, 1976

การศึกษาร่วมเทียบผลการสอนวิชาเคมี 2 บางหัวข้อในระดับ ป.กศ. ชั้นสูง
โดยวิธีการสอนแบบทดลองกับวิธีการสอนแบบปกติ

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลการเรียน
วิชาเคมี 2 บางหัวข้อ โดยการทดลองกับการเรียนแบบปกติ ในระดับ ป.กศ. ชั้นสูง
ว่าจะได้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ความพอใจและความสนใจของผู้เรียน หรือไม่เพียงใด

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 1
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2517 ของวิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร
จำนวน 62 คน

ผลการศึกษา ปรากฏว่า

1. นักศึกษาที่เรียนโดยการทดลองค้นคว้ามีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความคิด
แบบสืบสวนสอบสวนมีสูงกว่าจากรูปภาพ ความพอใจและความสนใจในการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่
เรียนแบบปกติ
2. นักศึกษาที่เรียนโดยการทดลองค้นคว้า กับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติมีทักษะ
ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมีสูงกว่าจากข้อความไม่แตกต่างกัน

A Comparative Study of Experimental and Traditional Approach
in Teaching Certain Topics of Chemistry II
in the Higher Certificate of Education.

The main purpose of this study was to compare the achievement, scientific attitude, inquiry thinking, appreciation and interest of the students in learning certain topics of Chemistry II by Experimental Approach and Traditional Approach. Experimental sample was 62 higher certificate of educational students who studied at Chantrakasem Teacher College in second term of academic year 1974. The sample was divided into two groups. Experimental group of 31 students were taught by Experimental Approach and control group of 31 students were taught by Traditional Approach.

The result of this study was that :-

I. The achievement, inquiry thinking from figures, appreciation and interest of the students who were taught by the Experimental Approach were statistically higher than that of the students who were taught by Traditional Approach.

II. There were no difference in scientific attitude and inquiry thinking from statements between the two groups.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำวิทยาลัยได้พิจารณาเป็นอันเรียบร้อยแล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษามหัตถวิทย์ปริญาการศึกษามหาบัณฑิตของ มหาวิทยาลัยได้.

ศาสตราจารย์ ดร. ประสาร
ศรีวิไลกุล กรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร. ประสาร
ศรีวิไลกุล กรรมการ

10 มีนาคม 2519

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้เพราะผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือ
อย่างดียิ่งจาก อาจารย์บุญธรรม ก้อนทอง อาจารย์อังคณา สายยง และอาจารย์สมจิต สมิตถพันธ์
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณปรานี จันทร์ประสิทธิ์ ผู้รวมโครงการทดลองครั้งที่ 1 ที่ให้ช่วยเหลือวางแผนงาน
สร้างเครื่องมือการทดลอง ดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลให้สำเร็จจุดสว่างไปด้วยดี

ระวีวรรณ สัตยารักษ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
คำนำ	1
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	1
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
← ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	5
ทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2 วิธีดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	16
← กลุ่มตัวอย่าง	16
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	17
วิธีดำเนินการทดลอง	25
← สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	27
3 ผลการทดลอง	29
1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	29
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์	30
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความถนัดแบบสืบสวน	31
สอบสวน	31
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียน	33

๔	บทย่อ สรุปย่อ ฉบับย่อ และข้อเสนอแนะ	๔๐
	ความมุ่งหมายในการศึกษาทฤษฎี	๔๐
	/ สมมติฐานในการศึกษาทฤษฎี	๔๐
	/ กลุ่มตัวอย่าง	๔๐
	/ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	๔๐
	วิธีดำเนินการทดลอง	๔๑
	การวิเคราะห์ข้อมูล	๔๒
	ผลการทดลอง	๔๒
	/ สรุปผลการทดลอง	๔๒
	การอภิปรายผล	๔๓
	ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการสอนวิชาเคมีในระดับ ป.กศ.ชั้นสูง	๔๔
	ข้อเสนอแนะในการวิจัย	๔๔
	บรรณานุกรม	๔๖
	ภาคผนวก	๕๑

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงคำสถิติพื้นฐานและค่าเบี่ยงเบนสำคัญของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี 1	16
2 แสดงค่าตัวบ่งชี้จำแนกของแบบทดสอบพหุ โนคติทางวิทยาศาสตร์	20
3 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน	24
4 แสดงคำสถิติพื้นฐานและค่าเบี่ยงเบนสำคัญของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	29
5 แสดงคำสถิติพื้นฐานและค่าเบี่ยงเบนสำคัญของแบบทดสอบทักษะกติกทางวิทยาศาสตร์	30
6 แสดงคำสถิติพื้นฐานและค่าเบี่ยงเบนสำคัญของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน	31
7 แสดงคำสถิติเบื้องต้นและค่าเบี่ยงเบนสำคัญของแบบสอบถามความพอใจและ ความสนใจของผู้เรียน	34
8 แสดงค่าตัวกลางเลขคณิตของแบบสอบถามความพอใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม	35
9 แสดงค่าตัวกลางเลขคณิตของแบบสอบถามความสนใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม	37

บทที่ 1

บทนำ

1-3
13-15
viii-xi

คำนำ

ความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้ประเทศเจริญก้าวหน้า เพราะวิทยาศาสตร์ช่วยในการเพิ่มผลผลิต เมื่อประชาชนได้รับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ในวิถีประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ย่อมช่วยยกฐานะทางเศรษฐกิจของประชาชนให้สูงขึ้น ซึ่งส่งผลไปสู่การพัฒนาประเทศอีกทางหนึ่ง (พิทักษ์ รัถยพลเดช, 2513 : 1 - 3)

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปนั้นจะต้องสอนเกี่ยวกับความเข้าใจในหลักการวิทยาศาสตร์ ทศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดรวบยอดและทักษะในการแก้ปัญหาโดยวิธีการวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายความว่า จะต้องสอนให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับค้นคว้า วิจัย และศึกษาหาความจริง หรือใ้ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงนี้วิธีหนึ่งคือ การศึกษาหาความจริงโดยการทดลอง และถือว่าการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของงานวิทยาศาสตร์ (มีรัชย์ ปูร์โธเทกิ, 2514)

นिका สะเพียรชัย (นिका สะเพียรชัย, 2509 : 59 - 62) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีทดลองว่า "... เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและพอใจในวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หาความรู้ หลักการ ทฤษฎี และความคิดใหม่ ๆ ยิ่งไปกว่านั้นผู้เรียนจะพบพลวัตต่างๆ ด้วยตนเอง โดยวิธีนี้ผู้เรียนจะรู้สึกตื่นเต้น สนใจ ต้องการค้นคว้าและศึกษาต่อไป...."

เคมีเป็นวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมาก (H.A. Hoising, 1966 : 3) จำเป็นที่จะต้องมีการเรียนการสอนโดยการทดลองเช่นเดียวกันกับวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ การบรรจุเนื้อหาวิชาเคมีเข้าไปในหลักสูตรของโรงเรียนสามัญศึกษา อาชีวศึกษา และอุดมศึกษานั้นย่อมแสดงว่านักการศึกษามองเห็นความสำคัญของวิชานี้ -โทบิน (Tobin) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนวิชาเคมีไว้ว่า เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานในการใช้วิธีวิทยาศาสตร์

แก้ปัญหาที่หมิ่นในวิชาประจำวัน เพื่อช่วยป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมอันเนื่องมาจากการไม่ฉลาดของวิทยาศาสตร์โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานในวิชาเคมีเพียงพอที่จะไปศึกษาในวิชาชีพเฉพาะต่อไป และประการสุดท้ายเพื่อฝึกผู้ที่จะเป็นนักเคมีในอนาคตให้มีความรู้ความสามารถพอเพียง แต่การสอนเคมีเท่าที่ผ่านมานั้นครูมักจะสอนแต่ข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์และทฤษฎี ด้วยวิธีบรรยายตั้งแต่หัวข้อซึ่งเป็นผลจากการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ โดยเน้นในด้านความจำมากที่สุด ทำให้ผู้เรียนเข้าใจผิดไปว่าความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงที่ไม่มีมีการเปลี่ยนแปลง (Tobin, 1967 : 54)

ธีรชัย บุรณโชติ(ธีรชัย บุรณโชติ, 2514 : 43) ได้กล่าวถึงการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุจุดหมายตามทรรศนะใหม่ว่า "...วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติหรือลักษณะของความน่าจะเป็นไปได้ ไม่ใช่ความแน่นอนคงที่เสมอไป การสอนวิทยาศาสตร์ควรจะเน้นถึงความเข้าใจในข้อสรุปหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการรวบรวมข้อมูล ทักษะในการคิดอย่างมีเหตุผล ทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์ และการปลูกฝังทัศนคติ ความสนใจ ความพอใจต่อวิทยาศาสตร์ ทักษะและทัศนคติดังกล่าวจะบังเกิดขึ้นได้ด้วยการทดลองอันคว่า การสอนจึงควรเน้นหนักในทางปฏิบัติ ไม่ใช่สอนเฉพาะสิ่งที่มีอยู่ในแบบเรียนเท่านั้น...."

ปัจจุบันนี้หลายประเทศได้เริ่มโครงการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์สาขาเคมี นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2502 เป็นต้นมา(นিকা สะเหียรชัย, 2511 : 1) เช่น Chemical Bond Approach Project (CSA) และ Chem Study ของสหรัฐอเมริกา Muffield Foundation Project ของอังกฤษ โครงการ ABC ของญี่ปุ่น International Congress on Improvement of Chemical Education ที่ไปแลนด์ของยูเนสโก และ Pilot Project for Chemistry Teaching in Asia ของยูเนสโกซึ่งมีสำนักงานที่กรุงเทพมหานคร และโครงการที่กล่าวมานี้ต่างก็มุ่งหาทางปรับปรุงวิธีการสอนเคมีไปให้แนวทางการเน้นหนักวิธีทดลองค้นคว้า

นিকা สะเหียรชัย(นিকা สะเหียรชัย, 2510 : 1 - 4) ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนเคมีว่า "...ไม่ควรเน้นให้ผู้เรียนท่องจำ ควรใช้วิธีทดลองค้นคว้าซึ่งเป็นหัวใจของ

วิชาเคมี ผู้เรียนควรจะได้ทำการทดลองให้มากที่สุดเท่าที่เวลาจะอำนวย โดยครูเป็นผู้คอย
 ควบคุมดูแล" ะนำให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการสำคัญ ๆ ให้ผู้เรียนคิดว่าตัวเองเป็นผู้ค้นพบเอง ให้
 ผู้เรียนตระหนักว่า หลักการหรือทฤษฎีทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ไม่ใช่เป็นความจริงที่
 แก่ไม่มไ้...."

จะเห็นว่า การทดลองนั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสสืบสวน
 ค้นคว้า และค้นพบหลักการต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์
 เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เมื่อจัดให้มีการอภิปรายหลังการทดลอง มีการอ่านค้นคว้าเพิ่มเติม
 และทำการทดลองต่อไปอีก ตลอดจนให้การเรียนเป็นไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล
 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอดเวลา และผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลอง
 และทฤษฎีแล้วจะเห็นว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจมีความสำคัญเท่าหรือสำคัญมากกว่า
 เนื้อหาวิทยาศาสตร์เสียอีก

การปรับปรุงการสอนวิชาเคมีของประเทศไทยในปัจจุบันกระทำกันในระดับมัธยมศึกษา
 สำหรับในระดับมัธยมศึกษา กอร์ดอน (Gordon) และคณะได้กล่าวไว้ในรายงานเรื่องการฝึกหัดครู
 ในประเทศไทย (Thailand : Teacher Education) เกี่ยวกับวิธีสอนที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป
 ในวิทยาลัยครูว่า ใช้วิธีสอนแบบเดิม คือ บรรยาย จุดขอความ และแจกเอกสาร ผู้เขียน
 รายงาน เห็นว่าไม่เป็นการชักนำให้ผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์เพิ่มขึ้น ทั้งยังไม่ทำให้
 เข้าใจลักษณะการเรียนรู้ของเด็กในโรงเรียนคือพอ วิทยาลัยครูจะมีการปรับปรุงการสอน
 โดยหาวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน ธรรมชาติของวิชา และมีการนำวิธีการสอนแบบ
 ใหม่มาใช้ เช่น การให้อภิปราย ระดมความคิดเห็น ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน
 อันจะนำไปสู่ความเข้าใจและการเรียนรู้ด้วยตนเองยิ่งขึ้น (Gordon, 1970)

ผู้วิจัยจึงคิดว่า น่าจะทำการทดลองสอนเคมีโดยเน้นหนักในการทดลองกับนักศึกษาในระดับ
 ป.กศ. ชั้นสูงที่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก ซึ่งจะมีหน้าที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
 ประถมศึกษาและมีมัธยมศึกษาโดยตรง เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับนักศึกษาที่จะนำไปใช้สอน
 ต่อไป และจะช่วยให้ นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเคมีตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่วางไว้
 ด้วย

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกเนื้อหาบางตอนในวิชาเคมี 2 มาทดลองสอนโดยวิธีทดลอง

ค้นคว้ากับนักคิดที่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก ในระดับ ป.กศ. ชั้นสูง เปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ ว่า จะมีผลต่อความสามารถในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนอย่างไรบ้าง ซึ่งถ้าการสอนโดยวิธีทดลองค้นคว้าได้ผลดีก็จะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนเคมีในโอกาสต่อไป

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาเคมี 2 เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลงของสสาร การศึกษาปฏิกิริยาเคมีและสมบัติของก๊าซ กรด - เบส โดยการทดลองค้นคว้า กับ การเรียนแบบปกติ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ว่า จะแตกต่างกันในด้านต่อไปนี้ หรือไม่ เพียงใด

1. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
2. ทักษะทางวิทยาศาสตร์
3. ความถนัดแบบสืบสวนสอบสวน
4. ความพอใจและความสนใจของผู้เรียน

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

การเรียนเคมีโดยการทดลองค้นคว้าได้ผลดีกว่าการเรียนแบบปกติ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

๑. เป็นแนวทางให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานในทางวิทยาศาสตร์
๒. เป็นแนวทางให้ผู้สอนวิชาเคมีในระดับ ป.กศ. ชั้นสูง และนักศึกษาครูทราบว่าการจะเลือกวิธีสอนแบบใดจึงจะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุถึงจุดหมายที่วางไว้จริงจะเป็นการช่วยเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความพอใจและความสนใจของผู้เรียน

3. เป็นแนวทางให้สถาบันฝึกหัดครูปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาชั้น ป.กศ. สูงปีที่ 1 ที่เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2517 ซึ่งกำลังเรียนวิชาเคมี 2 ในภาคเรียนที่ 3 จำนวน 62 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มทดลอง มีจำนวน 31 คน สอนโดยการทดลองค้นคว้า

2) กลุ่มควบคุม มีจำนวน 31 คน สอนแบบปกติ

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้ ถือคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี 1 เป็นสำคัญ โดยถือคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ไม่คำนึงถึงเพศที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม

2. ตัวแปรในการศึกษาค้นคว้า

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 การสอนโดยการทดลองค้นคว้า

1.2 การสอนแบบปกติ

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

2.2 ทักษะทางวิทยาศาสตร์

2.3 ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน

2.4 ความพอใจและความสนใจของผู้เรียน

นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษา หมายถึงนักเรียนชั้น ป.กศ. สูง ปีที่ 1 ที่เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์

วิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2517

2. การสอนโดยวิธีทดลองค้นคว้า หมายถึงการสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองศึกษากันว่า หากหลักเกณฑ์ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้วมาสรุปด้วยตนเอง นักศึกษาทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียบทดลองเวลา มีการร่วมกันอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นระหว่างนักศึกษากับกันเอง และระหว่างนักศึกษากับผู้สอนทั้งก่อนและหลังการทดลอง รวมทั้งมีการส่งเสริมให้กำลังใจและเป็นไปตามความสามารถของนักศึกษาแต่ละบุคคลด้วย

3. การสอนแบบปกติ หมายถึงการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้บรรยายในห้องเรียนตามเนื้อหาที่กำหนด อาจมีการสาธิตการทดลองตามความเหมาะสม การสาธิตการทดลองนี้เป็นการพิสูจน์ทฤษฎี หรือความจริงเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา นักศึกษาเป็นผู้ฟังเฉยๆ ไม่มีโอกาสทำการทดลองด้วยตนเอง

4. ผลผลิตในการเรียน หมายถึงคะแนนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบและส่วนอื่นๆในการเรียน หรือผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ทักษะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบที่ออกถึงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งการศึกษาเป็น 3 หมวด ดังนี้

5.1 ทักษะคติ (Attitude) หมายถึงความรู้สึกลึกในคำต่อไปนี้

- ความเป็นคนมีเหตุผล
- ยอมรับความจริงใหม่ที่ได้พิสูจน์แล้ว
- ไม่เชื่อใจกลางและสิ่งไม่มีเหตุผลอื่น ๆ
- มีความซื่อตรงต่อมนุษย์ ต่อสติปัญญา และต่อหลักวิชา

5.2 ความพอใจ (Appreciation) หมายถึงความรู้สึกลึกในคำต่อไปนี้

- พอใจในผลงานของนักวิทยาศาสตร์
- พอใจในเหตุและผลที่สัมพันธ์กัน
- พอใจในความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์

5.3 ความสนใจ (Interest) หมายถึงความรู้สึกลึกในคำต่อไปนี้

- สนใจวิทยาศาสตร์ เป็นงานอดิเรก

- สปีจคนคว่าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- สนิใจวิทยาศาสตร์เป็นอาชีพ

(วิทย์ฯ รัชพลเลข, ๒๕13 : 26)

6. ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง กระบวนการที่ได้อาจการทำแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งแสดงถึงความสามารถของนักศึกษในการตั้งคำถามหรือห้สมมุติฐานจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เช่น รูปภาพ และข้อความที่เป็นสถานการณ์สั้น ๆ แบ่งคำถามเป็น 4 ลักษณะ คือ

- 6.1 คำถามในลักษณะสังเกต เป็นคำถามที่เกี่ยวกับ สมบัติ โครงสร้าง หรือ พฤติกรรมของสิ่งที่เป็นปัญหาในสถานการณ์นั้น คำถามเช่นนี้มักจะมีคำว่า เค้าไร อย่างไร อะไร
- 6.2 คำถามในลักษณะอธิบาย คือคำถามเพื่อสอบสวนถึงสาเหตุของปัญหา ซึ่งผู้ถามต้องมองลึกกว่าการสังเกต รวมทั้งการตั้งสมมุติฐานเพื่อหาคำอธิบายด้วย
- 6.3 คำถามในลักษณะทำนาย คือคำถามที่คาดการณ์ล่วงหน้าใด ๆ ว่าด้วยข้อมูลจากปัญหาที่พบ เช่น ถามทายว่า เมื่อไร คาดว่าจะหวังว่าจะ น่าจะ
- 6.4 คำถามในลักษณะนำไปใช้ คือ คำถามเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบในชั้นอธิบายและชั้นทำนายมาใช้ โดยรู้จักแก้ไขข้อขัดข้อง นำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสามารถที่จะอธิบายสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือวางแผนการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นได้อีกด้วย

7. ความสนใจและความสนใจของผู้เรียน หมายถึง กระบวนการตอบสนองแบบสอบถามและความสนใจของนักศึกษา ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความอยากรู้อยากเห็น ความตั้งใจและความเอาใจใส่ในการเรียนวิชาเคมี ๒ ของผู้เรียน

ทฤษฎีและหลักการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี

การสอนโดยวิธีหาคอองกันคว่า เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ตามกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ไม่ใจ ในการเรียนการสอนแบบนี้อาศัยกิจกรรมต่อไปนี้ คือ

1. การทดลองและค้นคว้าจากหนังสืออ้างอิง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง

การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอน เป็นวิธีที่ทำให้ผู้เรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง ตลาคจนสามารถมองเห็นปัญหาเมื่อผลการทดลองแตกต่างไปจากของผู้อื่น ในระหว่างการทดลองผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการสังเกต การใช้เครื่องมือ การคาดคะเนการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย และการสรุป ซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่แนวความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ แนวความคิดการทดลองของผู้เรียนจะต่างไปจากตนเองเพื่อผู้เรียนก็จะหาเหตุผลสิ่งใดจากการสังเกตอย่างละเอียดในระหว่างทำการทดลองนั้นเองมาอธิบายได้ว่าเป็นเพราะเหตุใด การเรียนโดยวิธีนี้เป็น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการทดลองค้นคว้า ทำให้เกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจ

กิจกรรมสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ การอภิปรายซักถามระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง การที่จะดึงความสนใจของผู้เรียนต่อการเรียนใคนั้น ผู้สอนคงจะใจความเพื่อกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนคิด สงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ การที่ไม่รู้คำตอบมากขนะนี้เองเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้นแบบเรียนที่ใส่ประกอบการสนจึงมีเนื้อหาที่นำเข้าสู่บทเรียนโดยการตั้งปัญหา และเสนอแนะการทดลองพร้อมทั้งใช้แนวคำถามประกายเพื่อจูงใจผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้อย่างตนเอง ในการเรียนการสอนแบบนี้ผู้สอนเป็นผู้นำการอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก ลำดับต่อไปเป็นการอภิปรายก่อนการทดลอง ผู้เรียนจึงมีบทบาทการทดลอง และตอนสำคัญก็คือการอภิปรายหลังการทดลอง ซึ่งมีใกกำหนดให้ผู้สอนเท่านั้นที่เป็นฝ่ายตั้งคำถามผู้เรียน แต่เป็นกิจกรรมที่ทั้งผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายซักถามและร่วมกันหาคำตอบซึ่งนำไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักเกณฑ์สำคัญของบทเรียนเรื่องนั้น ๆ ผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบ เมื่อผู้เรียนมีข้อติดขัดตอนใดผู้สอนจะหาวิธีตอบคำถามในแนวที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและพยายามแนะนำวิธีการเพื่อนำผู้เรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

เท่าที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าองค์ประกอบสำคัญของการสอนแบบทดลองค้นคว้า คือ การทดลอง ค้นคว้า และการอภิปรายซักถามระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน เป็นการเรียนรู้อย่าง

ความเข้าใจ ด้วยการทดลองกันคว่ำ และเป็นการเรียนรู้ความกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงสามารถนำไปใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ใดต่อไป การเรียนการสอนแบบทดลองกันคว่ำไม่เน้นเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว แต่มุ่งที่จะพัฒนาทักษะต่าง ๆ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

บาร์ตัน (Barton, 1970 : 2775) ได้ศึกษาผลการเรียนวิชาดาราศาสตร์ภาคปฏิบัติเมื่อใช้วิธีสอน 3 แบบ โดยแบ่งผู้เรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สอนโดยการให้นักเรียนทดลองด้วยตนเอง (Direct approach) กลุ่มที่สอนโดยวิธีสืบสวนสอบสวน (Inquiry approach) และกลุ่มที่สอนโดยการบรรยายและสาธิตการทดลอง (Lecture demonstration approach) ใช้เวลาสอน 1 ภาคเรียน ผลปรากฏว่า

- 1) ผู้เรียนทั้งสามกลุ่มมีความสามารถความจำและเกิดความคิดรวบยอด (concept) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
- 2) ผู้เรียนทั้งสามกลุ่มมีความคิดวิจารณ์ญาณ (Critical thinking) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มที่สอนโดยวิธีสืบสวนสอบสวนมีความคิดวิจารณ์ญาณสูง ส่วนกลุ่มที่สอนโดยการทดลองด้วยตนเอง และกลุ่มที่สอนโดยการบรรยายและสาธิตการทดลองมีความคิดวิจารณ์ญาณแตกต่างกันเล็กน้อย
- 3) ผู้เรียนทั้งสามกลุ่มมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

สเตรลี (Strehle, 1964 : 2386) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์การสำรวจ (Exploratory science) กับนักเรียนระดับที่ 7 โดยแบ่งผู้เรียนเป็นสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้เรียนด้วยวิธีการทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งให้เรียนโดยวิธีบรรยายและครูสาธิตการทดลอง ผลปรากฏว่า การทดสอบครั้งแรกผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบครั้งหลังกลุ่มที่สอนโดยการบรรยายและสาธิตการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการทดลองในห้วงปฏิบัติการ

จอห์น (John, 1966 : 994 - 995 A) ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักเรียนระดับ 8 โดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนชาย 20 คน นักเรียนหญิง 29 คน กลุ่มควบคุมสอนโดยการบรรยายและสาธิตการทดลอง ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้บ้าง และให้งานทำเป็นการบ้าน ส่วนกลุ่มทดลองสอนโดยไม่ใช้ตำรา ไม่แจกผลงานให้ไปอ่าน ไม่มีการบรรยาย แต่ให้ผู้เรียนใจเอกสารที่เป็นคู่มือแนะนำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเข้าใจ และเกิดความคิดรวบยอด ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุมในด้านการคิดหาเหตุผล การแก้ปัญหา และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชา

รูดอล์ฟ (Rudolf, 1970 : 2750 - 2754 A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ 2 วิธี กับนักเรียนระดับ 7 จำนวน 133 คน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่มในกลุ่มหนึ่งเรียนโดยการปฏิบัติทดลอง ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนวางแผนและรับผิดชอบในกิจกรรมการเรียนร่วมกัน อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยครูเป็นผู้สาธิตการทดลอง ผู้เรียนเป็นผู้สังเกตเท่านั้น ไม่มีส่วนร่วมในการวางแผนการสอน และไม่มีส่วนร่วมรับผิดชอบในกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้เวลาสอน 10 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า

- 1) ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความรู้ (Cognitive outcome knowledge) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
- 2) ผู้เรียนกลุ่มที่ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการปฏิบัติทดลอง
- 3) ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจสูงกว่าสมรรถภาพด้านความรู้ อย่างมีนัยสำคัญ

ผู้วิจัยสรุปว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ ไม่ว่าจะครูจะจัดวิธีแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มให้ทำการทดลองเอง หรือครูเป็นผู้สาธิตการทดลองเองนั้น ผู้เรียนจะมีความรู้ความเข้าใจเหมือนกัน แต่ในเนื้อหาวิชาบางตอน การสาธิตการทดลองของครูจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจได้ดีกว่าการให้ผู้เรียนปฏิบัติเอง

บาบิเทียน (Babikian, 1971 : 3365) ได้ทดลองสอนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Science concepts) กับนักเรียนระดับ 8 จำนวน 216 คน โดยใช้

วิธีสอน ๖ วิธี คือ วิธีค้นพบด้วยตนเอง (Discovery method) วิธีค้นคว้าทดลอง

(Laboratory method) และวิธีบรรยาย (Exposition method) ผลปรากฏว่า

1) การสอนแบบบรรยาย และการสอนแบบค้นคว้าทดลองใหม่ดีกว่าการสอนโดยให้
ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านกรพูด การจำ และการแก้ปัญหา

2) การสอนแบบบรรยายใหม่ดีกว่า ๆ กับการสอนแบบค้นคว้าทดลองในด้านผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน การพูด การจำ การถ่ายโยงการเรียนรู้ และการนำความรู้ไปใช้

3) ผู้เรียนส่วนใหญ่เห็นว่า การสอนแบบบรรยายเป็นวิธีที่เข้าใจง่าย และเป็นวิธีที่
ที่สุดสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์

การ์น (Gagne, 1969 : 295 - 305) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียน
ระดับ 7 และระดับ 8 ด้วยวิธี Current event approach เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม
ผลปรากฏว่าเมื่อผู้เรียนในกลุ่มทดลองจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปแตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่
กลุ่มทดลองมีความต้องการที่จะทดสอบสิ่งที่สงสัย ต้องการการสังเกตมากกว่า ไม่เชื่อฟัง
นักคิดวิเคราะห์และโง่กลาง มีการเปลี่ยนแปลงความคิดของตนเองมากขึ้น ไม่พยายามรู้อะไรง่าย ๆ

เมเยอร์ (Meyer, 1969 : 451 - 453) ได้ศึกษามผลการสอนแบบชวนสนทนา
(Invitation inquiry) ที่ส่งผลกระทบต่อเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดวิจารณ์ปัญหา
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา เปรียบเทียบกับการสอนแบบ Simple inquiry
โดยให้ผู้สอนคนเดียวกัน จากการทดสอบภายหลังการสอนปรากฏว่า ความเข้าใจในวิชา
วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการใช้ความคิดวิจารณ์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สวาน (Swan, 1947 : 4175) ได้ศึกษามผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับ 6 จำนวน 3080 คน โดยการทดสอบความรู้ลึกของผู้เรียนและสัมภาษณ์ครูที่สอนวิชา
วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ผู้วิจัยพบว่า การทดลอง การสาธิตการทดลอง มีผลส่งไปถึงความ
พอใจของผู้เรียน

เวลดเลอร์ (Raun and Butts, 1970 : 206 - 207) ได้วิจัยพบว่า การสอน
วิทยาศาสตร์แบบบรรยายข้อความจริงต่าง ๆ ให้ผู้เรียนฟังและเข้าใจนั้นจะไม่ช่วยพัฒนาทัศนคติ
ทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนเลย

วรารณ์ ชัยโสภาส (วรารณ์ ชัยโสภาส, 2513) ได้ทดลองสร้างโครงหุ่นการสอน วิชาวิทยาศาสตร์แบบสอบสวนสอบสวน เปรียบเทียบกับการสอนแบบเดิม กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ผลปรากฏว่า พฤติกรรมของผู้เรียนในด้านการแสดงความคิดเห็น และหาเหตุผลอธิบายเพื่อสรุปความรู้ด้วยตนเอง และการใช้คำถามชั้นสังเกต ชั้นอธิบาย ชั้นทำนาย และชั้นการนำไปใช้ประโยชน์ของผู้เรียน กลุ่มทดลองมีมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สมศักดิ์ สุนทรสุข (สมศักดิ์ สุนทรสุข, 2515) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบเดิม ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ สอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของบำรุง บุญยงค์ (บำรุง บุญยงค์, 2515) ที่ศึกษา เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนแบบเดิม พบว่า การสอนแบบสืบสวน สอบสวนส่งผลให้ ผู้เรียนมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

สัญญา ทิพเสนา (สัญญา ทิพเสนา, 2517) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชา วิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะเบื้องต้นของขบวนการวิทยาศาสตร์และการสอน แบบเดิมกับนักศึกษาระดับ ป.กศ. ปีที่ 1 จำนวน 65 คน ผลปรากฏว่า

- 1) กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
- 2) กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
- 3) กลุ่มทดลองมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทจำนวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
- 4) กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนประเภทคุณภาพแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

จากเอกสาร การวิจัยดังกล่าว สรุปได้ว่า

1. การสอนแบบบรรยายและสาธิตการทดลอง มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ การถ่ายโยงการเรียนรู้ และการนำความรู้ไปใช้ การสาธิตการทดลองของครูจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเนื้อหา วิชาบางตอนได้ดีกว่าการให้ผู้เรียนทดลองเอง แต่การบรรยายข้อความจริงต่าง ๆ ให้ผู้เรียนฟัง จะไม่ช่วยพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

๕. การสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนทำการทดลอง ค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดวิจารณ์อย่างเหมาะสม มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน การถ่ายโยง การเรียนรู้ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความพอใจและความสนใจในการเรียน และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

๖. ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ว่าครูจะใช้วิธีแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มให้ทดลองเอง หรือครูเป็นผู้สาธิตการทดลองก็ตาม ผู้เรียนจะมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเท่า ๆ กัน แต่การสอนแบบวิธีนี้ได้ฝึกเรียนทดลองค้นคว้าเองให้ผลดีกว่าการสอนแบบบรรยายและเล่าวิธีการทดลองในตำรา การคิดหาเหตุผล การแก้ปัญหา ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความพอใจและความสนใจของผู้เรียน ส่วนการสอนแบบบรรยายและสาธิตการทดลองให้ผลดีในด้านเนื้อหาวิชาและความพอใจของผู้เรียน

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนเคมี

ซาเรน (Salon, 1969 : 295 - 305) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบอุปมาน

(Inductive approach) กับการสอนแบบอนุมาน (Deductive approach) ในวิชาเคมีภาคปฏิบัติ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 269 คน แล้ววัดทัศนคติของผู้เรียนโดยวิธีอภิปรายร่วมกับผู้เรียนและครูผู้สอนผู้เรียนกลุ่มนี้ และให้คอมแบบสอบถาม ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อการสอนแบบอุปมานมากกว่ากลุ่มควบคุม เพราะการสอนแบบที่ช่วยให้เขารู้จักคิด ทำให้เขารู้สึกว่าเขาเป็นนักเคมีจริง ๆ มีอิสระในการค้นคว้า เราให้เขาสนใจ ทำให้รู้สึกสนุก ตื่นเต้น และเป็นวิธีสอนที่ยืดหยุ่นได้ดีกว่าการสอนแบบอนุมาน

มาร์ค (Mark, 1961 : 410 - 412) ได้ทดลองสอนวิชาเคมีภาคปฏิบัติ 2 แบบ คือกลุ่มควบคุมทำการทดลองตามคู่มือปฏิบัติการมาตรฐาน ส่วนกลุ่มทดลองนั้นให้คิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่กลุ่มอภิปรายก่อนที่จะมีการปฏิบัติปรายเกี่ยวกับการทดลองแต่ละครั้ง ผลปรากฏว่าผู้เรียนทั้งสองกลุ่มเรียนรู้เนื้อหาวิชาเคมีเฉพาะเรื่องที่ไม่ต้องท่องจำโดยดีเท่า ๆ กัน แต่กลุ่มทดลองสามารถตีความเนื้อหาวิชาที่เขียนบรรยายไว้เป็นตอน ๆ และเป็นแผนภาพได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .03

เวสต์เมเยอร์ (Westmeyer, 1960 : 1482) ได้ทำการศึกษายางการสอนวิชาเคมี

โดยเริ่มจากสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดแนวทางให้ แล้วเปลี่ยนไปเป็นการเรียนที่ผู้เรียนทั้งชั้น
 ร่วมกันวางแผนการเรียนกับครู แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อยให้ผู้เรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มช่วยกัน
 วางแผนการเรียน ผลปรากฏว่า วิธีสอนแบบนี้ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่าง
 กับการสอนแบบปกติ แต่กลุ่มทดลองมีความสามารถในการควบคุมตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
 อย่างมีนัยสำคัญ

การ์ล (Karl, 1960 : 1099 - 1100) ได้ทดลองสอนเคมีที่โรงเรียนสาธิต
 วิทยาลัยไนท์บอร์ กับนักเรียนระดับ 10 กับระดับที่ 11 โดยใช้แบบฝึกหัดปฏิบัติการแบบปลายเปิด
 กับการสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า ผู้เรียนมีสมรรถภาพในด้านความคิดวิจารณ์ทางด้านความจำ
 การนำไปใช้ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

จากเอกสารการวิจัยเกี่ยวกับการสอนเคมี สรุปได้ว่าการสอนเคมีภาคปฏิบัติที่เปิด
 โอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียน การคิดหาวิธีแก้ปัญหา การอภิปรายเกี่ยวกับ
 การทดลองโดยมีคุณลักษณะการทดลองแบบปลายเปิดให้ผู้เรียนใช้ประกอบการเรียน จะให้ผลดีเท่า ๆ
 กันกับการสอนแบบเดิมในด้านความคิดวิจารณ์ ความรู้ความจำ เนื้อหาวิชาที่ไม่ต่อเนื่องกัน
 และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และส่งผลดีกว่าการสอนแบบเดิมในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา
 เนื้อหาวิชาที่เป็นข้อความและเป็นแผนภาพ ความสามารถในการควบคุมตนเอง และทัศนคติของ
 ผู้เรียน โดยทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน มีอิสระในการค้นคว้า รุ้สึกสนุก ตื่นเต้น มีความ
 พอใจและสนใจต่อการเรียน

จากเอกสารการวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์และการสอนเคมีที่กล่าวมาแล้ว
 จะเห็นว่า การเรียนโดยการทดลองกันคือ เป็นวิธีที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการสังเกต
 การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย การค้นคว้าจากหนังสือ
 อ่างอิง และการสรุปผลซึ่งนำไปสู่หลักเกณฑ์สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ แม้ว่าข้อมูลที่ได้จากการ
 ทดลองของผู้เรียนจะแตกต่างกัน ผู้เรียนก็จะสามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้ว่าเป็นเพราะเหตุใด
 การเรียนโดยวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความฉีก
 แบบมีส่วนร่วมสอบสวน ความพอใจและความสนใจในการเรียน

ส่วนการเรียนโดยครูเป็นผู้บรรยายและสาธิตการทดลอง จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์
 ในการเรียน และมีความพอใจในการเรียนแบบนี้ เพราะผู้เรียนเห็นว่า เป็นวิธีที่ทำให้เข้าใจ

เนื้อหาวิชาได้ง่าย สำหรับท่วงท่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และความถนัดแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ผลการวิจัยแสดงว่า ผู้เรียนมีทัศนคติทางค่านี้น้อยกว่าผู้ที่เรียนแบบทดลองค้นคว้าเอง

ในปัจจุบันนี้การสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่ว ๆ ไปรวมทั้งการสอนเคมีด้วย มีแนวโน้มที่จะนำวิธีการสอนแบบใหม่ให้ผู้เรียนค้นคว้าทดลองด้วยตนเองมาใช้ให้มากขึ้น อย่างไรก็ตามการสอนแบบบรรยายประกอบกับการสาธิตการทดลองก็ยังเป็นที่ยอมรับกันทั้งในหมู่ผู้เรียนและผู้สอน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาเคมีโดยการทดลองค้นคว้า กับวิธีสอนแบบบรรยายประกอบกับการสาธิตการทดลอง ว่า จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความพอใจและความสนใจของผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันหรือไม่ เพียงใด จึงได้ทำการศึกษากับนักศึกษาระดับ ป.ศศ. ชั้นสูงที่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า การเรียนเคมีโดยการทดลองค้นคว้าให้ผลดีกว่าการเรียนแบบบรรยายและสาธิตการทดลอง

วิธีคำนวณการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษารัชั้นสูง ปีที่ 1 ที่เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2517 ของวิทยาลัยครูจันทราเกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน 62 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 สอนโดยวิธีการทดลองค้นคว้า และนักศึกษาที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวน 31 คน

กลุ่มที่ 2 สอนโดยวิธีสอนตามปกติ และนักศึกษาที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 31 คน การแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มนี้ คือคะแนนเฉลี่ยของการเรียนวิชาเคมี 1 เป็นเกณฑ์ โดยวิธีเรียงคะแนนจากสูงมาต่ำ แล้วแบ่งเป็นกลุ่มตามเลขคู่เลขคี่ และให้คะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มไว้เท่าๆ กันมากที่สุด ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 แสดงค่าเฉลี่ยพื้นฐานและค่าเบี่ยงเบนของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี 1

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนคน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ความเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)	ความน่าเชื่อถือ (t)
กลุ่มควบคุม	31	48.48	3.77	.16
กลุ่มทดลอง	31	48.32	4.11	

จากผลของกานันัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในวิชาเคมี 1 ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าพื้นฐานความรู้ในการเรียนวิชาเคมี 1 ระหว่างสองกลุ่มนี้ก่อนทำการวิจัยไม่แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เนื้อหาในวิชาเคมี 2 บางหัวข้อ ซึ่งเลือกมาทดลองสอนมี 4 หัวข้อ คือ
 - 1.1 พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร มี 2 การทดลอง คือ
 - การทดลองเรื่อง พลังงานกับการละลาย
 - การทดลองเรื่อง พลังงานกับปฏิกิริยาเคมี
 - 1.2 การศึกษาปฏิกิริยาเคมี มี 2 การทดลอง คือ
 - การทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโปตัสเซียมไฮไดรด์กับเลดไนเตรต
 - การทดลองเรื่อง การศึกษาปริมาณของก๊าซออกซิเจนกับก๊าซไนโตรเจน
 - 1.3 การศึกษาสมบัติของก๊าซ มี 2 การทดลอง คือ
 - การทดลองเรื่อง การศึกษาสมบัติของก๊าซ
 - การทดลองเรื่อง การแพร่ของก๊าซอัมโมเนีย และก๊าซไฮโดรเจน คลอรีน
 - 1.4 กรดและเบส มี 11 การทดลอง คือ
 - การทดลองเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายในน้ำ
 - การทดลองเรื่อง สมบัติของสารละลายที่ใช่ตามบ้าน
 - การทดลองเรื่อง บทบาทของหัวใจละลาย
 - การทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาของไฮโดรเจนคาร์บอเนตติดออน
 - การทดลองเรื่อง ความแรงของกรดและเบส
 - การทดลองเรื่อง การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์
 - การทดลองเรื่อง การวัด pH ของสารละลายโดยวิธียูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
 - การทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดกำมะถันกับเบสเวียมไฮดรอกไซด์
 - การทดลองเรื่อง การวิเคราะห์กรด - เบส
 - การทดลองเรื่อง การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์
 - การทดลองเรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบ 4 ฉบับ คือ
- 2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 50 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง
 - 2.2 แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบของ เหม ทองชัย และคณะ (เหม ทองชัย, 2516) มาใช้จำนวน 48 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง
 - 2.3 แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ของอรทัย เศรษฐสุตโก (อรทัย เศรษฐสุตโก, 2514) และบุญลือ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่, 2514) ซึ่งร่วมกันสร้างโดยอาศัยแนวความคิดของซุกแมน (Suchman, 1965 : 32) มี 2 ฉบับ คือ
 - 2.3.1 แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับรูปภาพ มีลักษณะเป็นภาพขาวดำ ขนาด 6" x 9" จำนวน 10 ภาพ
 - 2.3.2 แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนฉบับข้อความ มีลักษณะเป็นข้อความที่เป็นเรื่องสั้น ๆ จำนวน 10 ข้อความ ใช้เวลาทดสอบฉบับละ 1 ชั่วโมง
 - 2.4 แบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาตอบ 15 นาที

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนขึ้น เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ นำไปทดลองสอนกับนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงปีที่ 2 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ของวิทยาลัยครูพระนคร กรุงเทพมหานคร และของวิทยาลัยครูระยอง จังหวัดระยองเทรา ซึ่งเคยเรียนวิชาเคมี 2 ภาค โยววิชัยสอนแบบปกติ จำนวน 95 คน แล้วนำแบบทดสอบนี้มาทำการวิเคราะห์ที่เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 ของจุง เต ฟาน (Chung - Toh Fan, 1952) เพื่อหาค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของข้อสอบทุกข้อ - และเลือกเอาเฉพาะข้อที่มีค่า p ระหว่าง .20 - .80 และ

ค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบว่าจำนวน 50 ข้อ มีค่า p เฉลี่ยเท่ากับ .56 มีค่า r เฉลี่ยเท่ากับ .52 แล้วหาความเชื่อมั่นโดยวิธี Rational Equivalence ของ Kuder ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .79

2. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของเหม ทองชัยและคณะ (เหม ทองชัย, 2516) มาดัดแปลงแก้ไขใหม่ รวมเป็น 60 ข้อ ในการทำแบบทดสอบผู้ถูกทดสอบจะแสดงความรู้สึกต่อข้อสอบแต่ละข้อออกมาตามมาตราส่วนประมาณค่า มี 5 ระดับ คือ เห็นควยอย่างยิ่ง เห็นควย เฉย ๆ ไม่เห็นควย และ ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง

เกณฑ์การรวบึงคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ข้อสอบแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน และมีเพียงคำตอบเดียว คือเป็นข้อคำถามที่น่าพึงพอใจ หรือไม่น่าพึงพอใจ

ตัวอย่าง ข้อสอบที่เป็นข้อคำถามที่น่าพึงพอใจ

ท่านอ่านข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือพิมพ์ประจำวันเป็นประจำ

- ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
- ข. เห็นควย
- ค. เฉย ๆ
- ง. ไม่เห็นควย
- จ. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง

ถ้านักศึกษาค้นใจตอบข้อ ก ได้ 5 คะแนน ถ้าตอบข้อ ข ได้ 4 คะแนน ตอบข้อ ค ได้ 3 คะแนน ตอบข้อ ง ได้ 2 คะแนน ตอบข้อ จ ได้ 1 คะแนน

ตัวอย่าง ข้อสอบที่เป็นข้อคำถามที่ไม่น่าพึงพอใจ

ท่านไม่ชอบเพื่อนที่ถามปัญหาหาครูในห้อง

- ก. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง
- ข. ไม่เห็นควย
- ค. เฉย ๆ
- ง. เห็นควย
- จ. เห็นควยอย่างยิ่ง

จำนวนักศึกษาคอมข้อ ก ได้ 5 คะแนน ข้อ ข ได้ 4 คะแนน ข้อ ค ได้ 3 คะแนน
 ข้อ ง ได้ 2 คะแนน และข้อ จ ได้ 1 คะแนน

การวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดลองสวมกับนักศึกษ
 ที่เรียนวิชาเคมีในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง ทั้งที่เป็นวิชาเอก และวิชาโท
 วิทยาศาสตร์ของวิทยาลัยครูจันทรม กรม กรุงเทพมหานคร และวิทยาลัยครูฉะเชิงเทรา จังหวัด
 ฉะเชิงเทรา จำนวน 123 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้
 $t - test$ เลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.74 ขึ้นไป เป็นข้อทดสอบจริงรวมทั้งสิ้น 18 ข้อ
 ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1	2.19	15	3.20
2	5.00	16	4.68
3	2.25	17	5.31
4	5.00	18	5.85
5	3.76	19	3.16
6	2.08	20	6.42
7	2.66	21	4.84
8	2.00	22	6.66
9	4.35	23	4.70
10	3.81	24	6.11
11	3.75	25	6.64
12	3.85	26	3.65
13	3.85	27	4.50
14	2.00	28	5.17

ตาราง 2 (ก)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
29	6.05	39	3.85
30	4.09	40	4.36
31	9.00	41	4.88
32	2.04	42	9.72
33	4.35	43	2.66
34	3.19	44	7.90
35	3.50	45	3.65
36	5.75	46	3.77
37	4.20	47	2.42
38	9.45	48	6.63

หมายเหตุ ไรต์ค่า ตั้งแต่ 1.74 ขึ้นไป

3. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวนที่ อรรถีย์ เทรษรัฐโก และบุญลือ ทองอยู่ ร่วมกันสร้างขึ้น โดยอาศัยแนวความคิดของ SUCHMAN (Suchman, 1965 : 32) มี 2 ฉบับ คือ

ก. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับรูปภาพ มีลักษณะเป็นภาพขาวดำ ขนาด 6" x 9" จำนวน 10 ภาพ การตอบแบบสอบถามซึ่งให้นักศึกษาดูภาพแล้วตั้งคำถามต่าง ๆ จากภาพนั้น จำนวนคำถามจะมีมากหรือน้อยก็ขึ้นกับความถนัดของนักศึกษา

ข. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับข้อความ มีลักษณะเป็นข้อความสั้น ๆ จำนวน 10 ข้อความ การตอบแบบสอบถามซึ่งให้นักศึกษาตั้งคำถามจากข้อความที่กำหนดไว้

ลักษณะของเกณฑ์การตรวจวิเคราะห์แบบของแบบทดสอบ

การให้คะแนนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. คะแนนประเภทจำนวน ได้แก่ จำนวนคำถามทั้งหมดที่นักศึกษาค้นคว้า
 ไปถึงได้แก่ คำถามแบบสังเกต อธิบาย ทานาย และควบคุม คำถามทุกลักษณะให้คะแนน 1 คะแนน
 ต่อ 1 ข้อ แล้วรวมคะแนนทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นคะแนนประเภทจำนวน

2. คะแนนประเภทคุณภาพ ให้คะแนนตามลักษณะคำถามดังนี้ คือ

คำถามประเภทสังเกต ให้ 1 คะแนน

คำถามประเภทอธิบาย ให้ 2 คะแนน

คำถามประเภททำนาย ให้ 3 คะแนน

คำถามประเภทควบคุม หรือนำไปใช้ ให้ 4 คะแนน

การให้คะแนนตามลำดับเช่นนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถภาพในการคิด ซึ่งเริ่มกันจาก
 การสังเกตสังเกตเป็นแบบที่ง่ายที่สุด ประเภทอธิบาย ทำนาย และนำไปใช้ก็ยากขึ้นลำดับขึ้นมา
 นำคะแนนที่ไว้รว รวมเข้าเป็นคะแนนประเภทคุณภาพ และคำถามใดจะให้คะแนนหรือไม่นั้น ต้อง
 จะไปตามลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดใน 4 ลักษณะ คือ

ก. คำถามประเภทสังเกต ได้แก่ คำถามที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- ถามเกี่ยวกับการสังเกตคุณภาพของข้อมูล เช่น จักเข้าพวก จักประเภท
 ของข้อมูล

- ถามเกี่ยวกับการจัดปริมาณของข้อมูล เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับการวัด

- ถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเท่าที่สังเกตได้ช่วยประสาท

สัมพันธ์ทั้งหา

คำถามประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการใช้ประสาทสัมพันธ์ทั้งหา และนักจะ
 มีคำว่า เท่าไร เมื่อไร อะไร ที่ไหน อยู่ด้วย

ข. คำถามประเภทอธิบาย ได้แก่คำถามที่มีลักษณะดังนี้

- ถามหาสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

- ถามหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

- ตามหาทฤษฎี วิธีการ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ และความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ที่จะอธิบายข้อสงสัยที่เกิดขึ้น

- ตามถึงขอบเขตของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อน

- ตามเพื่อเปรียบเทียบขอบเขตของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ

คำถามเกี่ยวกับการอธิบายนี้ มักจะมีคำว่า ทำไม อย่างไร เพราะอะไร อยู่ด้วย

ค. คำถามประเภททำนาย มีลักษณะดังนี้คือ

- ถามในรูปของการคาดคะเนล่วงหน้า หรือย้อนหลัง การเคา การแก้ง

- ถามถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง หรือหลาย ๆ

ตัว

- ถามในเชิงตั้งสมมติฐาน เพื่อทำการทดสอบต่อไป

คำถามประเภทนี้อาจจะตอบได้ หรือบางทีก็ยังไม่ตอบได้ แต่จะถามเช่นนี้ได้คง เรายังข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือทฤษฎี หรือกฎเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นมาในขั้นการอธิบาย คำถาม ประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับ การนำเอาความสัมพันธ์ที่ค้นพบนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างออกไปจากเดิม และมักจะมีคำว่า ถ้าเป็นอย่างนี้แล้วจะเป็นอย่างไรต่อไป

ง. คำถามประเภทควบคุมหรือนำไปใช้ มีลักษณะดังนี้

- ถามเกี่ยวกับการควบคุมสิ่งแวดล้อมหรือธรรมชาติให้เป็นไปตามความ

ต้องการของมนุษย์

- ถามเกี่ยวกับการปรับปรุงแก้ไขของเดิมให้ดียิ่งขึ้น

- ถามถึงวิธีการที่จะนำเอาความรู้ที่ค้นพบไปใช้ให้เป็นประโยชน์

- ถามในแนวของความกึกสร้างสรรค์

- ถามเกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์ใหม่จากข้อมูลที่กำหนดให้

การวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปทดสอบ สอบกับนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาการ ศึกษาชั้นสูงปีที่ 1 ปีการศึกษา 2517 ของวิทยาลัยครู ฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 84 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกเป็นราย ข้อ โดยใช้ t - test ได้กาอำนาจจำแนกดังตารางที่ 3

ตาราง 3 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความถนัดแบบสี่ส่วนซ้อนส่วน

ฉบับรูปภาพ		ฉบับข้อความ	
ข้อที่	ค่า t	ข้อที่	ค่า t
1	5.05	1	6.46
2	6.27	2	6.19
3	4.61	3	6.71
4	4.18	4	8.00
5	11.48	5	4.81
6	6.03	6	5.84
7	4.06	7	5.05
8	6.46	8	3.37
9	4.51	9	3.56
10	4.79	10	5.82

หมายเหตุ ไขค่า t ตั้งแต่ 1.772 ขึ้นไป

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์โดยวิธีแบ่งครึ่ง ได้ค่าความเชื่อมั่น

ดังนี้

ฉบับรูปภาพ มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (r_{tt}) = .9036

ฉบับข้อความ มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (r_{tt}) = .9015

4. แบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียน

แบบสอบถามความสนใจและความพอใจของผู้เรียนนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 60 ข้อ แบบสอบถามเป็นแบบอัตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ผู้วิจัยได้เรียงลำดับคำถามตามลักษณะคำถามที่น่าพึงพอใจ หรือ ไม่น่าพึงพอใจ และแบ่งน้ำหนักของการประมาณค่าออกเป็น คะแนนดังนี้

คำถามที่เข้าใจพอใจ	มากที่สุด	ไต่คะแนน	5
	ค่อนข้างมาก	ไต่คะแนน	4
	ปานกลาง	ไต่คะแนน	3
	ค่อนข้างน้อย	ไต่คะแนน	2
	น้อยที่สุด	ไต่คะแนน	1

ตัวอย่าง ท่านทำการบ้านวิชาเคมี 2 ด้วยตนเอง

คำถามที่ไม่เข้าใจพอใจ	น้อยที่สุด	ไต่คะแนน	5
	ค่อนข้างน้อย	ไต่คะแนน	4
	ปานกลาง	ไต่คะแนน	3
	ค่อนข้างมาก	ไต่คะแนน	2
	มากที่สุด	ไต่คะแนน	1

ตัวอย่าง ท่านมีความยินดีเมื่อไม่ต้องเรียนวิชาเคมี 2 ในชั่วโมงต่อไป

การวิเคราะห์แบบสอบถามก่อนนำไปใช้จริง ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปทดลองใจกับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษามัธยมศึกษาปีที่เรียนวิชาเอกและวิชาโทวิทยาศาสตร์ ของ วิทยาลัยครูฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน เพื่อทำการวิเคราะห์ว่า ผู้ตอบสามารถเข้าใจ และตอบตรงจุดมุ่งหมายของผู้วิจัยหรือไม่ เมื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ผู้วิจัยคัดเลือก แบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียนไว้ 30 ชุด

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนการทดลอง

1.1 ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการสอนโดยการทดลองกันคว่าจากทฤษฎีและ ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาหลักสูตรวิชาเคมี 2 ของกรมการฝึกหัดครู ก็คัดเลือกหัวข้อที่จะทดลอง สอน รวบรวมเนื้อหาและการทดลองต่าง ๆ

1.3 จัดทำคู่มือการทดลองสำหรับนักศึกษา จัดหาและเตรียมอุปกรณ์การทดลอง
 ปรारเคมีใช้ในการทดลอง และหนังสืออ่านประกอบ

1.4 สร้างและวิเคราะห์แบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ

2. คำเนื่งการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีสอน 2 แบบ คือ วิธีสอนแบบทดลองค้นคว้า เน้นการ
 ทดลองในหองปฏิบัติการและวิธีสอนแบบเกม ทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลอง ใช้วิธีสอนแบบทดลองค้นคว้าตามเนื้อหาที่กำหนดไว้

2.2 กลุ่มควบคุม ใช้วิธีสอนแบบเกมในเนื้อหาเดียวกัน

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนโดยผู้วิจัย และผู้ร่วมงานวิจัย คือ ปรารณี
 จันทร์ประสิทธิ์ ใช้เวลาสอนกลุ่มละ 20 ชั่วโมง

3. เก็บรวบรวมข้อมูล เนื่อสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมครบ 20 ชั่วโมงแล้ว ก็
 ทำการทดสอบนักศึกษาค้นคว้าในคานทาง ๆ โดยใช้แบบทดสอบ 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ใน
 การเรียน ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน และความพอใจและความสนใจ
 ของผู้เรียน ดังนี้

3.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนจำนวน 50 ข้อ ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง

3.2 แบบทดสอบทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 ข้อ ใช้เวลาสอบ 1
 ชั่วโมง

3.3 แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน จำนวน 2 ฉบับ ใช้เวลาสอบ
 ฉบับละ 1 ชั่วโมง

3.4 แบบทดสอบความพอใจและความสนใจของผู้เรียน จำนวน 30 ข้อ ใช้
 เวลาสอบ 15 นาที

ในการทดสอบนั้น ได้กระทำพร้อมกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยแบ่งการสอบ
 เป็นวันละฉบับ เพื่อไม่ให้หนักศึกษาเบื่งหน่ายในการตอบแบบทดสอบภายในเวลา 1 สัปดาห์ดัง
 จากสอนจบ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) และคะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)
2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยในการสอบครั้งนี้
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนการสอบครั้งนี้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดแบบจับส่วนสลับ คำนวณจากสูตร

$$r_{tt} = \frac{2r}{1+r}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดแบบจับส่วนสลับ ความ
	r	แทน	สหสัมพันธ์ของคะแนนข้อคู่และข้อคี่ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\left\{ N \sum X^2 - (\sum X)^2 \right\} \left\{ N \sum Y^2 - (\sum Y)^2 \right\}}$$

3. ค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย โดยใช้ t -test จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

เมื่อ	\bar{X}_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนกลุ่มที่ 1
	\bar{X}_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนกลุ่มที่ 2
	s_1^2	แทน	ความแปรปรวนของผู้เรียนกลุ่มที่ 1
	s_2^2	แทน	ความแปรปรวนของผู้เรียนกลุ่มที่ 2
	N_1	แทน	จำนวนผู้เรียนกลุ่มที่ 1
	N_2	แทน	จำนวนผู้เรียนกลุ่มที่ 2

บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไ้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน จำนวนนักศึกษาที่เข้าสอบทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวม 62 คน ผลของการทดสอบได้คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่าจำเป็นสำคัญของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนขอ	คะแนนเฉลี่ย (\bar{x})	ความเบี่ยงเบน มาตรฐาน (σ)	ค่าจำเป็นสำคัญ (t)
กลุ่มทดลอง	50	31.09	5.26	2.96*
กลุ่มควบคุม	50	26.51	9.05	

* $t_{.05} = \pm 2.00 \quad df = 60$

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนซึ่งมีคะแนนเต็ม 50 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 31.09 และคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 26.51 แสดงว่าโดยส่วนรวมนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุม ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 5.26 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 9.05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีการกระจายของคะแนนน้อยกว่าของนักศึกษาในกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ผู้วิจัยใช้ $t - test$ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ได้ ปรากฏว่า ค่า t เท่ากับ 2.96 แสดงว่า

คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ .05 นั่นคือ การสอนโดยการทดลองกันคว้าใหม่มีประสิทธิภาพในการเรียนสูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

การทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ปรากฏผลดังแสดงใน ตารางที่ 5

ตาราง 5 แสดงค่าสถิติพื้นฐาน และค่านัยสำคัญของแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ย (\bar{x})	ความเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)	ค่านัยสำคัญ (t)
กลุ่มทดลอง	3.35	1.16	0.28
กลุ่มควบคุม	3.33	1.38	

$$t_{.05} = \pm 2.00 \quad df = 60$$

จากตารางที่ 5 แสดงว่าแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 3.35 และคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 3.33 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 1.16 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.38 แสดงว่าคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีการกระจายน้อยกว่าของนักศึกษาในกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มโดยใช้ t - test เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ได้ ปรากฏว่ามีค่า t เท่ากับ 0.28 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 นั่นคือ นักศึกษาที่เรียนโดยการทดลองกันคว้า และนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนแบบ

ปกติที่ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อจากการทดสอบความถึกแบบสืบสวนสอบสวน

ผลการทดสอบความถึกแบบสืบสวนสอบสวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 6

ตาราง 6 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่านัยสำคัญของแบบทดสอบความถึกแบบสืบสวนสอบสวน

	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ความเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)	ค่านัยสำคัญ (t)
<u>แบบทดสอบฉบับรูปภาพ</u>			
คะแนนจำนวน			
กลุ่มทดลอง	72.22	24.58	2.23*
กลุ่มควบคุม	59.55	19.96	
คะแนนคุณภาพ			
กลุ่มทดลอง	122.00	36.89	0.15**
กลุ่มควบคุม	94.52	31.49	
<u>แบบทดสอบฉบับข้อความ</u>			
คะแนนจำนวน			
กลุ่มทดลอง	51.52	17.63	0.67
กลุ่มควบคุม	48.30	20.29	
คะแนนคุณภาพ			
กลุ่มทดลอง	81.10	31.71	0.19
กลุ่มควบคุม	79.71	26.82	

* $t_{.05} = \pm 2.00$ $df = 60$

** $t_{.01} = \pm 2.66$

จากตารางที่ 6 แสดงว่า

1. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับรูปภาพ คะแนนประเภทจำนวน โดยเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 72.23 และของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 59.55 แสดงว่าโดยส่วนรวมนักศึกษาในกลุ่มทดลองสามารถตั้งคำถามจากรูปภาพได้จำนวนมากกกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุม ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 24.58 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 19.96 แสดงว่า คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพประเภทจำนวนของกลุ่มทดลองมีการกระจายมากกว่าของกลุ่มควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจำนวนโดยเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มโดยใช้ $t - test$ ปรากฏว่า มีค่า t เท่ากับ 2.23 แสดงว่าคะแนนจำนวนโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

2. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับรูปภาพ คะแนนประเภทคุณภาพโดยเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 122.00 และของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 94.52 แสดงว่า โดยส่วนรวมนักศึกษาในกลุ่มทดลองสามารถตั้งคำถามจากรูปภาพมีคุณภาพ สูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุม ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 36.89 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 31.49 แสดงว่า คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนจากแบบทดสอบฉบับรูปภาพประเภทคุณภาพของกลุ่มทดลองมีการกระจายมากกว่าของกลุ่มควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนคุณภาพโดยเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มโดยใช้ $t - test$ ปรากฏว่า ค่า t มีค่าเท่ากับ 3.15 แสดงว่าคะแนนคุณภาพโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

นั่นคือ นักศึกษาที่เรียนโดยการทดลองค้นคว้าสามารถคิดสืบสวนสอบสวนปัญหาจากรูปภาพได้ดีกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ

3. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับข้อความ คะแนนประเภทจำนวน โดยเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 51.52 และของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 48.30 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 17.63 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 20.29 แสดงว่า คะแนนความคิดแบบ

สืบสวนสอบสวนจากแบบทดสอบฉบับข้อความประเภทจำนวนของกลุ่มทดลองมีการกระจายน้อยกว่าของกลุ่มควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจำนวนโดยเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มโดยใช้ t -test ปรากฏว่า มีค่า t เท่ากับ 0.67 แสดงว่า คะแนนจำนวนโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ฉบับข้อความ คะแนนประเภทคุณภาพโดยเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 81.10 และของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 79.71 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 31.71 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 26.82 แสดงว่า คะแนนความคิดแบบสืบสวนสอบสวนจากแบบทดสอบฉบับข้อความประเภทคุณภาพของกลุ่มทดลองมีการกระจายมากกว่าของกลุ่มควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนคุณภาพโดยเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มโดยใช้ t -test ปรากฏว่า มีค่า t เท่ากับ 0.19 แสดงว่า คะแนนคุณภาพโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นั่นคือ นักศึกษาที่เรียนโดยการทดลองค้นคว้ากับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติ สามารถคิดสืบสวนสอบสวนปัญหาที่พบจากแบบทดสอบฉบับข้อความได้ไม่แตกต่างกัน

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียน

4.1 การเปรียบเทียบความพอใจและความสนใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 7

ตาราง 7 แสดงค่าสถิติเบื้องต้นและค่าที่สำคัญของแบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียน

แบบสอบถาม	คะแนนเฉลี่ย (\bar{x})	ความเบี่ยงเบน มาตรฐาน (s)	ค่าที่สำคัญ (t)
ความพอใจของผู้เรียน			
กลุ่มทดลอง	3.54	0.83	7.26**
กลุ่มควบคุม	3.03	1.09	
ความสนใจของผู้เรียน			
กลุ่มทดลอง	3.46	1.23	5.10**
กลุ่มควบคุม	3.08	1.23	

$$**t_{.01} = \pm 2.66 \quad df = 60$$

จากตารางที่ 7 แสดงว่า

1. แบบสอบถามความพอใจของผู้เรียน คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 3.54 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 3.03 แสดงว่าโดยส่วนรวมนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีความพอใจสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุม ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองเท่ากับ .83 และของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.09 แสดงว่าคะแนนความพอใจของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีคะแนนกระจายน้อยกว่าของนักศึกษาในกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบความพอใจของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม โดยใช้ t - test เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ปรากฏว่าค่า t เท่ากับ 7.26 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 นั่นคือ นักศึกษาที่เรียนโดยการทดลองค้นคว้ามีความพอใจในการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

2. แบบสอบถามความสนใจของผู้เรียน คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 3.46 และของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 3.08 แสดงว่าโดยส่วนรวมนักศึกษาในกลุ่ม

ทดลองมีความสนใจการเรียนสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุม ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 1.23 และของนักศึกษาในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.23 แสดงว่า คะแนนความสนใจของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเบี่ยงเบนจากคะแนนเฉลี่ยเท่า ๆ กัน

การเปรียบเทียบความสนใจของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม โดยใช้ $t - test$ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย .ปรากฏว่าได้ค่า t เท่ากับ 5.10 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 นั่นคือ นักศึกษาที่เรียนโดยการทดลองคนมีความสนใจในการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ

4.2 การเปรียบเทียบความพอใจและความสนใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มเป็นรายข้อ ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 8 และตารางที่ 9

ตาราง 8 แสดงค่าตัวกลางเลขคณิตของแบบสอบถามความพอใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม

	คะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มทดลอง	คะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มควบคุม
1. ความพอใจในการเรียนวิชาเคมี 2 ทั้งรายวิชา	3.3870	2.9032
2. ความพอใจในวิธีการบรรยายของครู	3.3548	2.7419
3. ความพอใจในวิธีการสอนของครู	3.8064	4.0000
4. การชมเชยงานชาวต่างชาติใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์	3.8387	3.0967
5. ครูมีส่วนช่วยให้ชอบเรียนหรือชอบทดลอง	3.8064	3.6774
6. ครูมีส่วนช่วยให้ชอบเรียนวิชาเคมี 2	3.5483	3.4193
7. การชมรวบรวมภาพหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเคมี	2.9354	2.3870
8. ความพอใจของผู้เรียนเมื่อไม่คองเรียนวิชาเคมี 2 ในชั่วโมงต่อไป	2.4994	2.8387

ตาราง 8 (ต่อ)

	คะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มทดลอง	คะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มควบคุม
9. การขอหนังสือการอภิปรายในปัญหาเกี่ยวกับเคมี ที่เรียนในห้องเรียน	3.3870	3.2580
10. การขอออกความเห็นเมื่อครูเปิดโอกาสให้มีการ อภิปรายในห้องเรียน	3.0000	2.1612
11. ความเบื่อก่อนทำการทดลองเคมี	1.9032	3.2258
12. ความต้องการให้ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในการเรียน	3.8064	5.0328

จากตารางที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบค่าตัวกลางเลขคณิตของแบบสอบถามความพอใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า

1. กลุ่มทดลองมีคะแนนความพอใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านต่อไปนี้ ความพอใจในวิธีการบรรยายของครู ความพอใจในการอ่านข่าวผลงานใหม่ ๆ ด้านวิทยาศาสตร์ ความพอใจในการรวบรวมภาพและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ความพอใจในการฟังและร่วมอภิปรายปัญหาในการเรียนเคมี นอกจากนี้กลุ่มทดลองยังมีความเห็นว่า ครูมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนชอบเรียน ชอบทดลอง ตลอดจนชอบรายวิชาเคมี 2 และต้องการให้ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

2. กลุ่มควบคุมมีคะแนนความพอใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านความพอใจในวิธีการสอนของครู ความเบื่อก่อนทำการทดลอง และความพอใจเมื่อมีการทดลองวิชาเคมี 2

ตาราง 9 แสดงค่าตัวกลางเลขคณิตของแบบสอบถามความสนใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม

	คะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มทดลอง	คะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มควบคุม
13. ผู้เรียนมีความเห็นววิชาเคมี 2 ทั้งรายวิชา เป็นที่น่าสนใจ	3.6451	3.3870
14. ความสนใจต่อการเรียนหรือการทดลองใน แต่ละครั้ง	3.8709	3.8387
15. ความพยายามในการตอบแบบทดสอบ	3.6451	3.6129
16. การใช้เวลาในการเตรียมตัวเพื่อการทดสอบ	3.8387	3.1935
17. ความสนใจทำการบ้านด้วยตนเอง	4.1935	4.3225
18. การค้นคว้าเพิ่มเติมจากตำราที่ครูจัดไว้ให้	3.0968	2.4830
19. การค้นคว้าเพิ่มเติมจากตำราอื่นนอกเหนือจาก ที่ครูจัดไว้ให้	3.0322	2.2580
20. ความต้องการเป็นผู้ทดลองด้วยตนเองมากกว่า ที่จะเป็นเพียงผู้สังเกตการทดลอง	4.0322	3.8064
21. ความถี่ในการยืมหนังสืออ้างอิงเพื่อใช้ประกอบ การเรียนวิชาเคมี	2.9542	2.6451
22. ความสนใจซักถามปัญหาต่อครูผู้สอนวิชาเคมี 2	2.1290	2.1290
23. ความสนใจซักถามเพื่อนเกี่ยวกับปัญหาการ เรียนวิชาเคมี 2	3.3225	3.0645
24. ครูมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนสนใจการเรียนหรือ การทดลอง	3.9677	3.8387
25. ความต้องการให้เพิ่มเวลาเรียนวิชาเคมี	3.9032	3.7742
26. ความสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์	4.1290	3.6774

ตาราง 9 (ตบ)

	คะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มทดลอง	คะแนนเฉลี่ย ของกลุ่มควบคุม
27. ความต้องการ เป็นผู้ช่วยครู เตรียมอุปกรณ์ ในการทดลองเคมี	3.3225	2.2903
28. ความสนใจนำความรู้ทางเคมีไปใช้ในชีวิต ประจำวัน	3.2258	1.8719
29. ความตั้งใจจะเป็นครูสอนเคมีเมื่อเรียนสำเร็จ แล้ว	3.4838	3.1935
30. ความสนใจช่วยเหลือครูในการเตรียมการทดลอง หรือการสอนเคมี	3.2905	2.6451

จากตารางที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบค่าค่ากลาง เลขคณิตของแบบสอบถามความสนใจ
ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า

๑. กลุ่มทดลองมีคะแนนความสนใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านต่อไปนี้
ความสนใจจากวิชาเคมี ๑ ทั้งรายวิชา ความสนใจต่อการเรียนและการทดลองแต่ละครั้ง ความ
สนใจต่อการใช้เวลาเตรียมตัวก่อนการทดสอบ ความพยายามในการออกแบบทดสอบ ความสนใจ
ที่จะแก้ปัญหาเพิ่มเติมจากตารางที่ครูจัดไว้ให้ ความสนใจที่จะแก้ปัญหาเพิ่มเติมจากตารางอื่นนอกเหนือ
จากที่ครูจัดไว้ให้ ความถี่ในการยื่นหนังสืออ้างอิงเพื่อขออนุญาตเรียน ความถี่ในการเป็นผู้
ทดลองด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นเพียงผู้สังเกตการทดลอง ความสนใจในการจัดบรรยายเรื่อง
เรียนในหมู่เพื่อน ความต้องการเป็นผู้ช่วยเหลือครูในการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง ความสนใจ
ในการนำความรู้ทางเคมีไปใช้ในชีวิตประจำวัน และความสนใจที่จะเป็นครูสอนเคมีในอนาคต

๒. กลุ่มควบคุมมีคะแนนความสนใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มทดลองในด้านความสนใจ
ทำการบ้านด้วยตนเอง

3. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสนใจในการเรียนฯ ๆ กันในด้านความ
สนใจคำถามครูสอน

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาเคมี 2 บางหัวข้อในเรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลงของสสาร การศึกษาปฏิกิริยาเคมีและสมบัติของกาซ และเรื่องกรด - เบส โดยการทดลองค้นคว้ากับการเรียนแบบปกติในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงว่า จะแตกต่างกันในด้านต่อไปนี้หรือไม่ เพียงใด

1. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
2. ทักษะทางวิทยาศาสตร์
3. ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
4. ความพอใจและความสนใจของผู้เรียน

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

การเรียนเคมีโดยการทดลองค้นคว้าได้ผลดีกว่าการเรียนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้น ป.กศ.สูงปีที่ 1 ที่เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2517 จำนวน 62 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง มีจำนวน 31 คน สอนโดยการทดลองค้นคว้า
2. กลุ่มควบคุม มีจำนวน 31 คน สอนแบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เนื้อหาวิชาเคมี 2 บางหัวข้อ ซึ่งเลือกมาใช้ในการสอน ผู้วิจัยได้จัดทำเป็นคู่มือ

ปฏิบัติการ มี 17 การทดลอง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบและแบบสอบถาม
ต่อไปนี้

- 2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน จำนวน 50 ข้อ
- 2.2 แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 46 ข้อ
- 2.3 แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน 2 ฉบับ คือ
ฉบับข้อความ จำนวน 10 ข้อความ
ฉบับรูปภาพ จำนวน 10 ภาพ
- 2.4 แบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียน จำนวน 30 ข้อ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองโดยให้ผู้เรียนค้นคว้าทดลองตามเนื้อหาที่
ผู้วิจัยเลือกไว้
2. ผู้วิจัยสอนนักเรียนในกลุ่มควบคุมโดยวิธีสอนแบบปกติตามเนื้อหาวิชาเดียวกันกับกลุ่ม
ทดลอง
3. ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการสอนกลุ่มละ 20 ชั่วโมง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอบได้ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ
และแบบสอบถาม 1 ฉบับ คือ
 - 4.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง
 - 4.2 แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง
 - 4.3 แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ใช้เวลาสอบฉบับละ 1 ชั่วโมง
 - 4.4 แบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียน ใช้เวลา 15 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบแบบทดสอบและแบบสอบถามทั้งหมด ได้วิเคราะห์หาค่าสถิติต่อไปนี้

1. คะแนนเฉลี่ย
2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยใช้ $t - test$

ผลการทดลอง

1. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้วีดิทัศน์ควบคู่กับใบวิชาเคมี 2 มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่านักศึกษที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีค้นคว้าทดลองและนักศึกษที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติในวิชาเคมี 2 มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีค้นคว้าทดลองในวิชาเคมี 2 มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนปัญหาจากรูปภาพสูงกว่านักศึกษที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนปัญหาจากข้อความของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีค้นคว้าทดลองในวิชาเคมี 2 มีความพอใจและความสนใจในการเรียนสูงกว่านักศึกษที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีทดลองค้นคว้ามี่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนปัญหาจากรูปภาพ ความพอใจและความสนใจในการเรียนสูงกว่านักศึกษที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ ส่วนในด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดแบบสืบสวนสอบสวนปัญหาจากข้อความนั้น วิธีสอนทั้งสองขบบให้ผลไม่แตกต่างกัน

การอภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานในการศึกษากันคว่าว่า นักศึกษาที่เรียนโดยวิธี
ก้นกว่าทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ความพอใจและความสนใจของผู้เรียน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ จากผลการ
ทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความพอใจและความสนใจของนักศึกษาที่เรียนโดยการ
ทดลองก้นกว่าสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นไปตาม
สมมุติฐานที่ตั้งไว้

สำหรับความคิดแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ปรากฏว่า นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีก้นกว่าทดลอง
มีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนปัญหาจากรูปภาพสูงกว่านักศึกษที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ แต่ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนปัญหาจากข้อความของนักศึกษทั้งสองกลุ่ม
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ การที่นักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวน
ปัญหาจากข้อความไม่แตกต่างกัน อาจมีสาเหตุมาจากนักศึกษทั้งสองกลุ่มมีโอกาสศึกษากันกว่าจาก
แหล่งความรู้ที่เป็นข้อความเหมือน ๆ กันจึงมีความสามารถในการคิดสืบสวนสอบสวนปัญหาจาก
ข้อความใกล้เคียง ๆ กัน

ส่วนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น พบว่าหลังจากการทดลองนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทั้ง
สองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งอาจมีสาเหตุหลายประการ คือ

1. การทดลองสอนใช้เวลาเพียง 20 ชั่วโมง ซึ่งอาจเป็นช่วงเวลาสั้นเกินไปที่จะ
ทำให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่มีมานานแล้วเปลี่ยนแปลงไปได้
2. เนื้อหาวิชาที่ใช้สอนอาจน้อยเกินไปและนักศึกษาไม่มีเวลาค้นคว้าเพิ่มเติมมากนัก
เนื่องจากต้องเรียนวิชาอื่นอีกหลายวิชา ทำให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลง
3. ก่อนทดลองสอน ผู้วิจัยไปวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม
เพื่อมาเปรียบเทียบกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองสอน จึงไม่ทราบว่าหลังการสอน
นักศึกษามีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่

อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองผู้วิจัยเห็นว่าน่าจะมีการนำวิธีสอนโดยการให้ผู้เรียน
ทดลองค้นความาใช้ในการสอนวิชาเคมีในระดับ ป.ศ.ชั้นสูง อาจจะสามารถนำไปกับวิธีสอนแบบ

ปกติตามความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา ที่ช่วยในการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับ ป.กศ.
ชั้นสูงได้ผลดียิ่งขึ้น

ขอเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงการสอนวิชาเคมีในระดับ ป.กศ. ชั้นสูง

1. ในการสอนวิชาเคมี ควรนำวิธีสอนโดยการทดลองกันกว่ามาใช้ควบคู่กับวิธีสอนแบบปกติ เพื่อช่วยให้ผลการเรียนการสอนดีขึ้น
2. ในการสอนโดยวิธีทดลองกันกว่านั้น ผู้สอนควรเตรียมห้องปฏิบัติการเคมีให้มีวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นให้เพียงพอ และมีความสะดวกต่อการใช้ด้วย
3. การสอนโดยวิธีทดลองกันกว่ามีความมุ่งหมายที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตนเองว่าหากความรู้ของตนเอง จึงควรจัดให้มีตำราเรียนวิชาเคมีระดับ ป.กศ. ชั้นสูงให้มากยิ่งขึ้น
4. ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับต่าง ๆ ให้มากขึ้น เพื่อปรับปรุงหลักสูตรและวิธีสอนให้ได้มาตรฐานสูงขึ้น

ขอเสนอแนะในการวิจัย

1. ควรมีการทดลองเรื่องนี้ซ้ำอีก โดยใช้เวลาดทดลองมากขึ้น เช่น ทดลองสอนตลอดทั้งภาคเรียนตามเนื้อหาวิชาเคมี 2 ทั้งหมด เพื่อหาผลการทดลองที่แน่นอนยิ่งขึ้นเพื่อขจัดปัญหาเกี่ยวกับเวลาที่ใช้สอนกันไป
2. ควรมีการนำวิธีสอนแบบอื่น ๆ เช่น การใช้แบบเรียนโปรแกรม ซึ่งเหมาะกับบางเนื้อหาในวิชาเคมีมาทดลองสอน จากผลการทดลองอาจจะได้แนวความคิดในการปรับปรุงการสอนวิชาเคมีให้มีคุณภาพดีขึ้น
3. ถ้าจะมีการทดลองสอนเกี่ยวกับเรื่องนี้ต่อไป ควรมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ ความจิกแบบสืบสวนสอบสวน ความพอใจและความสนใจของผู้เรียนในกลุ่มเดียวกันระหว่างก่อนสอนและหลังการสอน เพื่อจะได้ทราบผลการสอนที่มีต่อพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

4. ควรมีการศึกษาดังทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ว่ามีความจำเป็นต่อการเรียน โดยการทดลองกับกว่าหรือไม่เพียงใด หรือในทางกลับกันควรศึกษาว่า การเรียนโดยการทดลองกับกว่ามีผลต่อการพัฒนาการของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหรือไม่เพียงใด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ธีรชัย ปุณฺณโชติ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" หนังสืออนุสรณ์ในงานพระราชทานเพลิงศพ นายเปื้อง อุทัยพันธ์ 2514 , 35 หน้า.

นิตยา สะเคียรชัย การปรับปรุงหลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พิมพ์โรเนียว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2511 , 3 หน้า .

บำรุง บุญยงค์ การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Combined Inquiry) ที่สะท้อนความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุม จากภายนอก - ภายใน (External - internal control) ปรินฤดาณิพนธ์ กค.บ. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515 , 104 หน้า.

พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีเนติศึกษา พระนคร 2513 , 74 หน้า .

พิทักษ์ รัชพลเดช พฤติกรรมวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ ห้างหุ้นส่วนจำกัดสื่อการก้าว (แนนกิมพ์) ธนบุรี 2514 , 82 หน้า .

วรารัตน์ ชัยโอภาส การสังเกตและวิเคราะห์ขบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบ สืบสวนสอบสวน และการสร้างโครงงานการฐาน ปรินฤดาณิพนธ์ กค.บ. วิทยาลัย วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515 , 169 หน้า .

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือครูเล่มหนึ่ง แบบเรียนวิชาเคมี มัธยมศึกษาตอนปลาย โครงการดำเนินการสอนวิชาเคมี มัธยมศึกษาตอนปลาย 2516 โรงพิมพ์คุรุสภา 2516 , 249 หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือครูเล่มสอง แบบเรียนวิชาเคมี มัธยมศึกษาตอนปลาย โครงการดำเนินการสอนวิชาเคมี มัธยมศึกษาตอนปลาย 2516 โรงพิมพ์คุรุสภา 2516 , 392 หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบเรียนวิชาเคมีมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่มหนึ่ง โครงการดำเนินการสอนวิชาเคมี มัธยมศึกษาตอนปลาย 2516
โรงพิมพ์คุรุสภา 2516, 121 หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบเรียนวิชาเคมีมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่มสาม โครงการดำเนินการสอนวิชาเคมี มัธยมศึกษาตอนปลาย 2516
โรงพิมพ์คุรุสภา 2516, 249 หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารในการอบรมครูวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โรเนียว 2518, 93 หน้า.

สมศักดิ์ สุนทรสุข การศึกษาดผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Active Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
ปริญญาพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 103 หน้า.

ศัญญา ทิพเสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้น ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป รัศมี
ป.กศ. ปริญญาพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2517,
99 หน้า.

เหม ทองชัย การประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ และการศึกษาสภาพการฝึกสอนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาการศึกษา วิทยาลัยครูภาคใต้ ปีการศึกษา 2515 ปริญญาพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
2516, 98 หน้า.

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู แนะแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาชั้นสูง พุทธศักราช 2510 หน้า 75.

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู รายงานการสัมมนาสอนวิชาเคมีตามหลักสูตร ประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาชั้นสูง พุทธศักราช 2510 หน้า 1 - 4.

อรรถีย์ เกรงศักดิ์โก การศึกษาค้นคว้าวิจัยระหว่างทฤษฎีกับปฏิบัติแบบสืบสวนสอบสวนกับความคิดแบบอื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์ ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประจวบคีรีขันธ์ 2514 , 73 หน้า.

Aiken , Lewis R. , and Aikin , Dorothy R. , " Recent Research on Attitudes Concerning " Science Education 53(4) : 295-305 October , 1969.

Babakian , Y. G. , " The Relative Effectiveness of Discovery Laboratory and Expository Methods of Teaching Science Concepts " Dissertation Abstracts 7(31) : 3365 A , January , 1971.

Barton , Darrel , " A Comparison of a Directed Laboratory Versus an Inquiry Laboratory Versus a Nonlaboratory approach to general education College Astronomy " Dissertation Abstracts 31(6) : 2755A , December , 1970 .

Gordon , J. and Tantawi , A. , Thailand : Teacher Education Paris : UNESCO , September , 1970 .

John , Kenneth W. , " A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem - Solving " Dissertation Abstracts 4(27) : 994 - 995 A , October , 1966 .

Karle , I. F. , " A Comparison of Open-Ended Chemistry Experiments with the Conventional Laboratory Exercises in Teaching Selected High School Chemistry Class " Dissertation Abstracts 13(50) : I099 - I100 A , November , 1960.

Mark , S.T. , " Experimental Study Involving the Comparison of Two Models of Performing Experiment in High School Chemistry " Science Education 45 : 410 - 417 , 1971 .

Meyer , James H. , " The Influence of the Invitation to Inquiry " American Biology Teacher 31(7) ; 451 - 453 , October , 1969.

Rudolf , William , " Differences in Retention between populations of seven grade science students taught by the method of instruction : Small Group Laboratory and Teacher Demonstration " , Dissertation Abstracts , 3(6) : 2753 - 2754 A , December , 1970.

Run and Butts , " The Relationship Between the Strategies of Inquiry in Science and Student Cognitive and Effective Behavioral Change " , Current Research in Elementary School Science , The Magmillan Company , Newyork , 1971 , p 204 - 206.

Strehle , Joseph A. , " A Comparative Achievement of Seventh Grade Exploratory Science Student taught by Laboratory Versus Enriched Lecture-Demonstration Methods of Instruction " Dissertation Abstracts , 4(25) : 2386 , October , 1964.

Tobin , M.J. , Problem and Methods in Programmed Learning , National Center for Programmed Learning School of Education, University of Birmingham , 1967 , 104 pp.

Wesmeyer , D. , " Development and Preliminary Trail of a Method of Teaching Chemistry " , Dissertation Abstracts , 13(51) : I482 , December , 1960.

ภาคผนวก

- ก. แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย
- ข. ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ภาคผนวก ก. แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 2
บางหัวข้อ รวบรวมทั้งสิ้น 50 ข้อ
2. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งขึ้น ให้กากบาทเลือกคำตอบ
ที่ถูกต้องที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด จากข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ที่ให้ไว้ เมื่อเลือก
ข้อใดก็ให้ขีดเครื่องหมาย X ในอีกบรรทัดในกระดาษคำตอบ และทิ้งกระดาษนี้ไว้ด้วยกับ
3. ถ้าต้องการจะเปลี่ยนคำตอบใหม่ ก็ให้ขีดเส้นทแยงบนคำตอบเดิมแล้ววาง
เครื่องหมาย X ในอีกบรรทัดใหม่ของกระดาษคำตอบ ตัวอย่างการเปลี่ยน
คำตอบจาก ก. เป็น ค. ดังนี้

ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
(X)	()	(X)	()	()
4. ถ้าต้องการขีดเขียนสิ่งต่าง ๆ เพื่อช่วยในการคิด ก็จงขีดเขียนลงบนแผ่น
กระดาษว่างที่แนบมาให้ โปรดอย่าเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงบนแบบ
ทดสอบ
5. ในแบบทดสอบบางข้อจะมีคำชี้แจง ให้ศึกษาคำว่าคำชี้แจงให้เข้าใจก็
เสียก่อนจึงลงมือทำ
6. ถ้าพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน และจงพยายามทำให้เสร็จทุกข้อ

แบบทดสอบประวัตินิเทศในการเรียน

- ในการทดสอบคุณสมบัติของสารละลายอันหนึ่งพบว่า ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส ใช้น้ำ
ไลโซล และไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะมีกเนเทียม สารละลายนี้ น่าจะเป็นสารในข้อใด
 - สารละลายเกลือแกง
 - น้ำยาริคูทรี
 - น้ำปูนใส
 - น้ำโมกกา
 - น้ำอึกลย
- จากคุณสมบัติต่อไปนี้ ข้อใดที่เราบอกได้ว่าสารละลายใดเป็นกรดหรือเบส
 - การเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์
 - การนำไฟฟ้า
 - การทำปฏิกิริยากับโลหะ
 - รสของสารละลาย
 - การแตกตัวให้อิออนบวกและอิออนลบ
- ภายทฤษฎีอิออนไนเซชันสารในข้อใดต่อไปนี้ เป็นกรด
 - HCl
 - H₂SO₄
 - H₃PO₄
 - CH₃COO⁻
 - HNO₃
- จากสมการ $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_3^-$
สารใดเป็นคู่เบสของ H₃O⁺
 - H₂SO₃
 - HSO₃⁻
 - H₂O
 - H₂SO₃, H₂O
 - HSO₃⁻, H₂O
- จากข้อ 4 สารใดเป็นคู่เบสของ H₂SO₃
 - HSO₃⁻
 - H₃O⁺
 - H₂O
 - HSO₃⁻, H₃O⁺
 - HSO₃⁻, H₂O

12. สารในข้อใดที่เบื่งทั้งกรเบและเบส

ก. NaSH ข. NH_4OH ค. Na_2CO_3 ง. CO_2 จ. H_2O

13. คอไปยี่สารใดเป็เบกรกนบก

ก. กรคอะซีติก ข. กรคฟอรมีค ค. น้ําอับโปเนเย ง. กรคโพรตริก
จ. น้ําบริสุท้

14. จากสบกการ $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ จะหาค่า K_a ได้จากสูตรใด

ก. $\frac{[\text{HCl}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cl}^-]}$ ข. $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCl}]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{Cl}^-]}$ ค. $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{HCl}]}$
ง. $\frac{[\text{HCl}]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cl}^-]}$ จ. $\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cl}^-]}$

15. ข้อใดไปยี่กรคโอะลีโอปรตริก

ก. H_2O ข. CH_3COOH ค. H_2SO_3 ง. H_2CO_3 จ. H_3PO_4

16. จงค้เบเวหาคความเขมขนของ H^+ ในสารละลาย HCl 0.01 โมลาร์

ก. 0.001 โมลาร์ ข. 0.0001 โมลาร์ ค. 0.01 โมลาร์
ง. 1.0 โมลาร์ จ. 10.0 โมลาร์

17. จงหาคความเขมขนของ H^+ ที่แตกค้วจากกรคอะซีติก 0.01 โมลาร์ ถ้ค่าของกรกน้ําเป็ 1.8×10^{-5}

ก. 4.2×10^{-4} โมล/ลิตร ข. 0.42×10^{-4} โมล/ลิตร
ค. 0.042×10^{-4} โมล/ลิตร ง. 0.0042×10^{-4} โมล/ลิตร
จ. 42.0×10^{-4} โมล/ลิตร

18. น้ําลายของนางสาวกนกอร มีค่า pH เป็ 6.4 หมาคความว่า

ก. น้ําลายมีฤท้เป็เบกรคองน ข. น้ําลายมีฤท้เป็เบกรคแก
ค. น้ําลายมีฤท้เป็เบสอ่อน ง. น้ําลายมีฤท้เป็เบสแก่
จ. น้ําลายกวรมีสภาวะเป็กลางเทราะมี pH ใกล้เคียง 7

29. ถ้ามวลโมเลกุลของกรดอะมิโนเท่ากับ 98 กรดอะมิโนหนัก 58.8 กรัม จะมีจำนวนโมลเท่าไร
- ก. 0.4 ข. 0.5 ค. 18.6 ง. 16.8 จ. 24.2
30. มวลโมเลกุลของกลีเซอรีน โมโนสเตียเรตเป็น 28 ถ้าค่า n นี้มีจำนวน 0.7 โมล จะมีปริมาณเท่าใดที่
- ก. 15.6 ลิตร ข. 16.5 ลิตร
 ค. 18.6 ลิตร ง. 16.8 ลิตร
 จ. 24.2 ลิตร
31. สมมุติว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 ลิตร มีจำนวนโมเลกุลเท่ากับ n โมเลกุล ถ้ามีอัตราโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ 3 ลิตร จะมีจำนวนโมเลกุลเท่าใด
- ก. $(10/3)n$ ข. $3n/10$
 ค. $n/30$ ง. $10/3n$
 จ. $3n$
32. ก๊าซ P 2 โมเลกุล ทำปฏิกิริยากับก๊าซ Q 3 โมเลกุล ได้ก๊าซ R 4 โมเลกุล ถ้ามีก๊าซ P อยู่ 8 มล. จะมีแก๊ส Q ที่ มล. มาทำปฏิกิริยาจึงจะพอดี ถ้าวัดปริมาณของก๊าซทั้งหมดที่สภาวะเดียวกัน
- ก. 8 มล. ข. 9 มล.
 ค. 10 มล. ง. 12 มล.
 จ. 14 มล.
33. ไปรษณีย์บ้านเกรกหนัก 35 กรัม การนี้คือโมล (มวลอะตอมของไปรษณีย์เท่ากับ 35 ออกซิเจน=16 และไนโตรเจน=14)
- ก. 34.56 โมล ข. 23.57 โมล
 ค. 3.456 โมล ง. 2.357 โมล
 จ. 0.3456 โมล

39. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ปริมาตรของก๊าซเพิ่มขึ้นโดยการขยายตัวที่บรรจุ ส่วนของเหลวที่ ภาชนะที่
 ข. โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทาง ส่วนโมเลกุลของของเหลว
เคลื่อนที่ไปได้
 ค. โมเลกุลของของเหลวมีแรงยึดเหนี่ยวที่มากกว่าโมเลกุลของก๊าซ
 ง. โมเลกุลของก๊าซอยู่ห่างกันมากกว่าโมเลกุลของของเหลว
 จ. พลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซมีค่ามากกว่าของของเหลว
40. การแพร่ของก๊าซในอากาศที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซใดแพร่เร็วที่สุด
 ก. N_2 ข. O_2 ค. Cl_2 ง. CO_2 จ. NH_3
41. ก๊าซใดที่แพร่เร็วในภาวะแบบเดียวกัน มีปริมาตรเท่ากัน ภายใต้อุณหภูมิและ
ความดันเดียวกัน โมเลกุลของก๊าซใดจะเคลื่อนที่เบาบางที่สุด เมื่อแพร่ โดยครั้งที่สูง
 ก. H_2 ข. O_2 ค. Cl_2 ง. CO_2 จ. NH_3

42. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูง จะเดือดที่อุณหภูมิสูง
 ข. สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลต่ำ จะระเหยง่าย
 ค. การกลั่นตัวเป็นขบวนการที่เกิดจากการลดพลังงานจลน์ของโมเลกุล
 ง. การจัดเรียงตัวของโมเลกุลของของแข็งเป็นระเบียบกว่าของเหลว
 จ. พลังงานจลน์และความดันเดียวกัน ของเหลวที่เดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่ามีความดันไอสูง

43. ข้อใดต่อไปนี้ ข้อความที่ไม่ถูกต้อง

- ก. การให้ความร้อนเป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ของโมเลกุลของสาร
 ข. การหาค่าความดันไอของสารต้องทำในภาวะปิด
 ค. พลังงานจลน์ของโมเลกุลของของเหลวจะมีค่ามากกว่าแรงยึดเหนี่ยว
ระหว่างโมเลกุลของของเหลว
 ง. การระเหยจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อพลังงานจลน์ของโมเลกุลมีค่ามากกว่าแรง
ยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

- จ. ค่าความดันไอ ณ จุดที่อัตราการระเหยและอัตราการกลั่นตัวของไอจะเท่ากัน
44. อนุภาค X เป็นตัวลดแรงต้านอากาศเพียง $3x_2$ เท่าเทียบกับอนุภาค
 ก. 2 ข. 4 ค. 5 ง. 6 จ. 1.5
45. จากสูตรข้อ 44 จะหาได้ทราบว่า อนุภาค X หนึ่งโมเลกุลมีกี่อะตอม
 ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4 จ. 5
46. ถ้าค่าไนโตรเจนออกไซด์ มีสูตร NO ที่มวลนี้ควรจะมีมวลสารอนุภาคไนโตรเจนร้อยละ
 อยู่ร้อยละเท่าไร (มวลอะตอมของไนโตรเจน 14 ออกซิเจน 16)
 ก. 52.2 ข. 50.0 ค. 48.29 ง. 46.67 จ. 45.52
47. ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซ CH_4 และ SO_2 อย่างใดแพร่เร็วกว่ากัน
 และเร็วกว่ากันกี่เท่า ($S=32$, $O=16$, $C=12$, $H=1$)
 ก. CH_4 เร็วกว่า $SO_2=2$ เท่า ข. CH_4 เร็วกว่า $SO_2=4$ เท่า
 ค. SO_2 เร็วกว่า $CH_4=2$ เท่า ง. SO_2 เร็วกว่า $CH_4=4$ เท่า
 จ. กอนไม่ได้เพราะยังไม่ทราบระยะทางที่ก๊าซทั้งสองแพร่ออกไป
48. จากการทดลองหาค่า ΔH ของสารต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

สาร	ΔH_f° (Kcal/mole)
H_2O (g)	-57.8
H_2O (l)	-68.32
NH_3 (g)	-10.04
NO_2 (g)	8.09

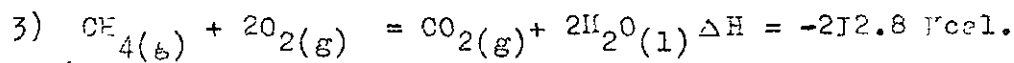
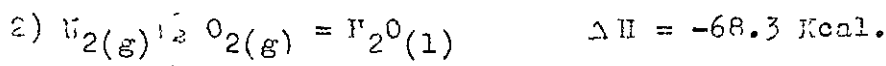
หากผลการทดลองนี้ให้นำมาใช้ในการพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. การเกิดไอน้ำจะคายความร้อนน้อยกว่าการเกิดน้ำ
- ข. การเกิด NH_3 คายความร้อนน้อยกว่าการเกิด NO_2
- ค. ปฏิกิริยาการเกิด NH_3 และ NO_2 เป็นการคายความร้อน
- ง. ปฏิกิริยาการเกิดน้ำคองใช้ความร้อนมากกว่าการเกิด NO_2
- จ. การเกิด NH_3 จะเป็นก้องอาศัยความร้อนจากสิ่งแวดล้อม

49. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ ซึ่งใดเป็น Exothermic reaction

- ก. โปแตสเซียมไนเตรดละลายน้ำ
- ข. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ละลายน้ำ
- ค. กรดอะซิติกละลายน้ำ
- ง. โซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายน้ำ
- จ. เกลือโพแทสเซียมไดโครมาตละลายในน้ำเย็นไฮดรอกไซด์

50. จากข้อมูลต่อไปนี้ จงหาค่า ΔH ของปฏิกิริยา $C(s) + 2H_2(g) = C_2H_4(g)$



ก. 375.2 Kcal.

ข. 50.4 Kcal.

ค. 17.9 Kcal.

ง. -50.4 Kcal.

จ. -17.9 Kcal.

แบบสอบถามสำหรับผู้เรียนวิชาเคมี 2 ระดับ ป.กศ. ชั้นสูง

แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับให้นักเรียนตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเคมีระดับสูงของวิชาเคมี 2 ปีทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที ขอให้นักศึกษาตั้งใจตอบ ความรู้ที่ถูกต้องอย่างแท้จริง คำตอบของนักศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเคมีให้ดีขึ้นและไม่มีผลต่อการวางใบปลายของวิชาเคมี ขอให้นักศึกษาทำใบกระดาษคำตอบที่แนบให้เท่านั้น ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใด ๆ ในแบบสอบถามนี้

วิธีทำ

1. ให้นักศึกษาอ่านข้อความแต่ละข้ออย่างถี่ถ้วน
2. ให้นักศึกษาทำเครื่องหมาย X ลงในกรอบที่เลือกคำตอบ ถ้ามีหลายข้อ

ตัวอย่าง ถ้าเราตอบถูกภาพหน้าที่เกี่ยวกับพลังงาน

- ถ้านักศึกษาตอบ มากที่สุด ให้เลือกข้อ ก ถ้าตอบ ค่อนข้างมาก ให้เลือกข้อ ข
 ถ้าตอบ ปานกลาง ให้เลือกข้อ ค ถ้าตอบ ค่อนข้างน้อย ให้เลือกข้อ ง
 ถ้าตอบ น้อยที่สุด ให้เลือกข้อ จ

เช่นข้อนี้ เกี่ยวกับพลังงานเลือกข้อ ค ก็ตอบปานกลาง ให้แบบดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ถ้านักศึกษาคงการเปลี่ยนคำตอบ ให้ระบายเส้นทับตรงคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วจึงทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่เลือกใหม่ เช่นถ้าตอบน้อยที่สุด ให้เลือกข้อ จ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4. ให้นักศึกษาตอบทุกข้อ
5. ถ้าไม่เข้าใจวิธีตอบแบบสอบถามนี้ ให้รีบตามกรรมการเสียก่อน
6. ถ้าลงมือช้าก่อน จนกว่าจะได้รับคำสั่งให้ทำ

1. นักศึกษาให้ความเข้าใจกิจกรรมเรียนวิชาเคมี 2 มากน้อยเพียงใด
2. นักศึกษาคิดว่าการบรรยายของครูเป็นที่น่าพอใจเพียงใด
3. นักศึกษาเข้าใจในวิธีการสอนของครูมากน้อยเพียงใด
4. นักศึกษารอชมว่าวใหม่ ๆ ทางงานวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด
5. นักศึกษาเห็นว่าครูมีวินัยช่วยให้เกิดความเข้าใจในการเรียนและการทดลอง
จากน้อยเพียงใด
6. นักศึกษาเห็นว่าครูมีส่วนช่วยให้การเรียนวิชาเคมี 2 ดีกว่าวิชาเคมีที่นำเข้าไป
ก่อนเข้าสู่นักเรียนจากน้อยเพียงใด
7. นักศึกษาชอบรวบรวมอุปกรณ์การทดลอง หรือรูปภาพที่ได้มากับการทดลองเคมี
มากน้อยเพียงใด
8. นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาของวิชาเคมี 2 มากน้อยเพียงใด
9. นักศึกษาสนใจการอภิปรายปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมากน้อยเพียงใด
10. เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักศึกษาอภิปราย นักศึกษาชอบแสดงความคิดเห็นจากน้อย
เพียงใด
11. นักศึกษามีความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองเคมีมากน้อยเพียงใด
12. นักศึกษาต้องการให้ครูเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียนจากน้อย
เพียงใด
13. นักศึกษาคิดว่าวิชาเคมี 2 ทั้งรายวิชาเป็นที่น่าสนใจมากน้อยเพียงใด
14. กิจกรรมการทดลองและการอภิปรายเป็นเรื่องที่น่าสนใจเพียงใด
15. ในการทำแบบทดสอบนักศึกษารู้สึกว่าความพยายามมากน้อยเพียงใด
16. นักศึกษาเตรียมตัวเพื่อการสอบแต่ละครั้งมากน้อยเพียงใด
17. นักศึกษาทำการบ้านด้วยตนเองจากน้อยเพียงใด
18. นักศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากตำราที่ครูจัดไว้ให้มากน้อยเพียงใด
19. นักศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกจากตำราเคมีอื่น ๆ นอกจากที่ครูจัดไว้ให้มากน้อยเพียงใด
20. นักเรียนต้องการทดลองเองมากกว่าที่จะเป็นผู้สังเกตการทดลองจากน้อยเพียงใด

21. นักศึกษาเคยมีหนังสืออ้างอิงเพื่อไว้ประกอบการเรียนเล่มใหม่หรือครั้งมาก่อน
หรือไม่
22. นักศึกษาเคยมีกิจกรรมผู้เรียนวิชาเลขที่ 2 มากน้อยเพียงใด
23. นักศึกษาดูภาพเกี่ยวกับเรื่องที่ยิ่งใหญ่ที่มาจากน้อยเพียงใด
24. นักศึกษาคิดว่าครูมีส่วนช่วยให้เกิดความรู้สึกในการทดลองมาก่อนหรือไม่
25. นักศึกษาต้องการให้เพิ่มเวลาในการเรียนจากน้อยเพียงใด
26. นักศึกษาสนใจความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด
27. นักศึกษาสนใจที่จะช่วยครูเตรียมอุปกรณ์การทดลองเล่มใหม่จากน้อยเพียงใด
28. นักศึกษานำความรู้ทางด้านเลขที่ไปใช้ในชีวิตประจำวันมากน้อยเพียงใด
29. นักศึกษาตั้งใจจะเป็นครูสอนเคมีเมื่อเรียนสำเร็จแล้วจากน้อยเพียงใด
30. นักศึกษาเคยช่วยครูเตรียมการทดลองมาก่อนหรือไม่

ภาคผนวก ข. ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ค่า P_H , P_L , p และ r ของแบบทดสอบชนิดจับคู่ที่ใช้ในการเรียน

ข้อ	P_H	P_L	p	r	ข้อ	P_H	P_L	p	r
1	.80	.60	.70	.24	22	.66	.20	.22	.17
2	.86	.53	.71	.39	23	.49	.66	.17	.74
3	.86	.16	.67	.45	24	.46	.20	.32	.29
4	.66	.16	.56	.21	25	.93	.66	.00	.11
5	.60	.26	.73	.35	26	.53	.53	.11	.51
6	.75	.16	.60	.28	27	.46	.26	.36	.22
7	.89	.3	.74	.19	28	.66	.20	.22	.17
8	.93	.66	.80	.41	29	.99	.73	.89	.59
9	.80	.16	.64	.36	30	.73	.46	.60	.23
10	.93	.80	.87	.25	31	.93	.00	.10	.11
11	.93	.60	.76	.46	32	.99	.66	.87	.64
12	.99	.73	.83	.59	33	.97	.40	.77	.76
13	.93	.53	.75	.51	34	.86	.26	.57	.30
14	.93	.66	.80	.41	35	.66	.40	.65	.49
15	.66	.10	.53	.26	36	.53	.26	.39	.28
16	.99	.53	.75	.51	37	.80	.13	.45	.06
17	.46	.20	.32	.29	38	.66	.40	.53	.26
18	.23	.60	.79	.46	39	.53	.33	.43	.21
19	.99	.26	.43	.35	40	.86	.53	.71	.39
20	.46	.86	.23	.53	41	.60	.40	.50	.20
21	.53	.53	.75	.51	42	.46	.20	.32	.29

ตารางแสดงค่า P_H , P_L , p และ r ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน (ต่อ)

ข้อ	P_H	P_L	p	r	N	P_H	P_L	p	r
43	.60	.26	.43	.35	47	.60	.20	.35	.2
44	.50	.66	.77	.64	48	.50	.15	.35	.31
5	.93	.73	.74	.74	49	.53	.35	.43	.21
45	.99	.66	.80	.64	50	.26	.65	.25	.39

ตารางแสดงข้อมูลในการหาความถี่ของแบบทดสอบความถี่ของวิชาชีววิทยา

แบบทดสอบ	N	$\sum X$	$\sum X^2$	$\sum Y$	$\sum Y^2$	$\sum XY$
ข้อข้อคำถาม	57	2436	116508	2226	103686	107713
ข้อรูปภาพ	57	3347	218349	3332	120914	215334

ตารางแสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม จากผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี 1

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\sum X$	$\sum X^2$
กลุ่มทดลอง	31	1503	75778
กลุ่มควบคุม	31	1798	79667

ตารางแสดงข้อมูลจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ของระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๖ วิชา
 วิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน			คะแนนดัชนีค่าการวิเคราะห์		
	N	$\sum Y$	$\sum X^2$	$\sum f$	$\sum fx$	$\sum fx^2$
กลุ่มทดลอง	31	1964	13,284	1488	4901	172,9
กลุ่มควบคุม	31	723	19468	1438	4962	12,79

ตารางแสดงข้อมูลจากแบบทดสอบความถนัดแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

กลุ่มตัวอย่าง	ฉบับจอกวาง			ฉบับรูปสามเหลี่ยม		
	N	$\sum X$	$\sum X^2$	N	$\sum X$	$\sum X^2$
คะแนนจำนวน						
กลุ่มทดลอง	31	1597	91599	31	2235	179,25
กลุ่มควบคุม	31	1797	84637	31	1846	121875
คะแนนแบบจอกวาง						
กลุ่มทดลอง	31	2514	234036	31	3732	302206
กลุ่มควบคุม	31	2417	218545	31	2030	306684

ตารางแสดงข้อมูลจากแบบสอบถามความพอใจและความสนใจของผู้เรียน

กลุ่มตัวอย่าง	ความพอใจของผู้เรียน			ความสนใจของผู้เรียน		
	$\sum f$	$\sum fx$	$\sum fx^2$	$\sum f$	$\sum fx$	$\sum fx^2$
กลุ่มทดลอง	372	1319	4933	558	1930	7516
กลุ่มควบคุม	372	1120	3866	558	1721	6155

ตารางแสดงคะแนนเฉลี่ยเป็นรายข้อของแบบสอบถามความพอใจจากผู้เรียน

ข้อ	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			
	$\sum f$	$\sum fx$	\bar{x}	ข้อ	$\sum f$	$\sum fx$	\bar{x}
1	31	105	3.3870	1	31	90	2.9032
2	31	104	3.3548	2	31	85	2.7774
3	31	118	3.8064	3	31	124	4.0000
4	31	119	3.8387	4	31	96	3.0967
5	31	118	3.8064	5	31	114	3.6774
6	31	110	3.5483	6	31	106	3.4193
7	31	91	2.9354	7	31	74	2.3870
8	31	111	3.5806	8	31	98	3.1612
9	31	105	3.3870	9	31	101	3.2580
10	31	93	3.0000	10	31	67	2.1612
11	31	127	4.1290	11	31	79	2.5483
12	31	118	3.8064	12	31	94	3.0322

ตารางแสดงคะแนนเฉลี่ยเป็นรายข้อของแบบสอบถามความเข้าใจของผู้เรียน

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
ข้อ	Σ f	Σ fX	\bar{x}	ข้อ	Σ f	Σ fX	\bar{x}
13	31	113	3.6451	13	31	105	3.3870
14	31	120	3.8709	14	31	119	3.8387
15	31	113	3.6451	15	31	112	3.5806
16	31	119	3.8387	16	31	95	3.0645
17	31	130	4.1935	17	31	137	4.4193
18	31	96	3.0968	18	31	77	2.4838
19	31	94	3.0322	19	31	70	2.2580
20	31	125	4.0322	20	31	110	3.5484
21	31	66	2.1290	21	31	66	2.1290
22	31	93	2.9968	22	31	62	1.9968
23	31	103	3.3225	23	31	95	3.0645
24	31	123	3.9677	24	31	119	3.8387
25	31	121	3.9032	25	31	117	3.7452
26	31	128	4.1290	26	31	114	3.6774
27	31	103	3.3225	27	31	71	2.2903
28	31	100	3.2258	28	31	56	1.8064
29	31	108	3.4838	29	31	95	3.0645
30	31	102	3.2903	30	31	82	2.6451