

แจ้งการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยกับการสอนแบบอริยสัจ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤศจิกายน 2554
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิคมกับการสอนแบบอริยสัจ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2554

นิสา วิริยาสิดาภรณ์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะศิริ, อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีการจับสลากเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบทฤษฎีสรคณิยมและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score และ t-test แบบ Dependent Sample ในรูป Difference Score

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON CHEMISTRY LEARNING ACHIEVEMENT AND CREATIVIE THINKING IN
SCIENCE THROUGH CONSTRUCTIVISM AND THE NOBLE TRUTH PROCESS OF
MATTHAYOMSUKSA 5 STUDENTS AT BODINDECHA (SING SINGHASENI)



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

November 2011

Nisa Viriyasitaporn. (2011). *A Study on Chemistry Learning Achievement and Creative Thinking in Science Through Constructivism and The Noble Truth Process of Matthayomsuksa V Students at Bodindecha (Sing Singhaseni)*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary School). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc.Prof. Dr. Chutima Vatanakhiri, Dr. Rachun Boontima.

The purpose of research was to compare on chemistry learning achievement and Creative Thinking in Science. Constructivism and The Noble Truth Process through of Matthayomsuksa V Students.

The samples used in this research were 60 Matthayomsuksa V students at Bodindecha (Sing singhaseni), in the first semester of the 2011 academic year. They were divided into 2 group; the experimental group and control group with 30 students each. The experimental group was taught through Constructivism Learning; whereas the control group was taught The Noble Truth Process. The instruments used in this study were chemistry achievement test and the creativity in science test. The Randomized Control Group Pretest-Posttest Design was used in this research. The data were analyzed by t-test for independent Difference Score and t-test for dependent Difference Score

The results of this study indicated that :

1. The chemistry learning achievement between the students taught through Constructivism Learning and The Noble Truth Process was not significantly difference at the .01 level.
2. Pretest and posttest chemistry learning achievement score of experimental group 1 that using Constructivism was significantly difference at the .01 level.
3. Pretest and posttest chemistry learning achievement score of experimental group 2 that using The Noble Truth Process was significantly difference at the .01 level
4. The creativity in science learning between the students taught through Constructivism Learning and The Noble Truth Process was not significantly difference at the .01 level.
5. Pretest and posttest Creative Thinking score of experimental group 1 that using Constructivism was significantly difference at the .01 level.
6. Pretest and posttest Creative Thinking score of experimental group 2 that using The Noble Truth Process was significantly difference at the .01 level

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4

ของ

นิสา วิริยาสิตาภรณ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒน์กุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ตรุเนตร อัจฉรสวัสดิ์)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ราชนัย บุญธิมา)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ราชนัย บุญธิมา)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สนอง ทองปาน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. ราชันย์ บุญธิมา กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการศึกษาค้นคว้าตลอดจนให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่ง และขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน และ รองศาสตราจารย์ ดร.เนตร อักษรสวัสดิ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา ศรีบางพลี อาจารย์ศิริพร มุลพาย อาจารย์ทวีศักดิ์ รสโหมด อาจารย์ชาญวิทย์ ตั้งกิจฉนิชกุล ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้ตามเวลาที่กำหนด

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อนิวัฒน์ วิริยาสิตาภรณ์ คุณแม่ศรีธัญญา วิริยาสิตาภรณ์ และสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัย และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้ปรึกษาและให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่พึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดามารดา ครู-อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

นิตา วิริยาสิตาภรณ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
สมมติฐานในการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมนิยม	8
ความหมายของทฤษฎีธรรมนิยม	8
ทฤษฎี แนวคิดและหลักการของทฤษฎีธรรมนิยม	9
การนำทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีธรรมนิยม ไปใช้ในการสอน	11
ขั้นตอนการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมนิยม	16
บทบาทของครูกับการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมนิยม	19
คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมนิยม	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมนิยม	22
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบอริยสัจ 4	22
ความหมายของอริยสัจ 4 และการสอนแบบอริยสัจ 4	22
ประวัติความเป็นมาของวิธีการสอนแบบอริยสัจ 4	23
ขั้นตอนการสอนแบบอริยสัจ 4	26
แนวทางการสอนแบบอริยสัจ 4	28
ประโยชน์ของการสอนแบบอริยสัจ 4	29
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอริยสัจ 4	29
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี	30
ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	31
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	35
การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	37
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์	38
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์	38
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	39
กระบวนการคิดสร้างสรรค์	41
ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์	42
ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์	44
พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กระดับมัธยมศึกษา	45
ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์	46
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	47
บทบาทของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์	48
3 วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	50
กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย	50
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	50
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	51
แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย	51
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	51
การดำเนินการทดลอง	57
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	58
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	58

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	64
การวิเคราะห์ข้อมูล	64
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	70
ความมุ่งหมายของการวิจัย	70
สมมติฐานในการวิจัย	70
วิธีดำเนินการวิจัย	71
การวิเคราะห์ข้อมูล	72
สรุปผล	73
อภิปรายผล	73
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก	80
ภาคผนวก ก.	81
ภาคผนวก ข.	83
ภาคผนวก ค.	89
ภาคผนวก ง.	94
ภาคผนวก จ.	103
ภาคผนวก ฉ.	108
ประวัติย่อผู้วิจัย	144

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง	51
2 แสดงการเปรียบเทียบการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4	54
3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	65
4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม	66
5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4	66
6 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	67
7 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม	68
8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4	69
9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์	84
10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4 เรื่อง ปริมาณ สารสัมพันธ์	84
11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์	85
12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ..	86
13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ	87
14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 ข้อ	88

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม	90
16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4	91
17 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม	92
18 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่ ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4	93
19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample	95
20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample	97
21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่ ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample	99
22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแบบอริยสัจ 4 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample ...	101
23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้ สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score	104
24 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score	106

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
2 ขั้นตอนการสอนแบบ อริยสัจ 4	27



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หัวใจสำคัญประการหนึ่งของการปฏิรูปการศึกษา ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 คือ การเปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนรู้โดยมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น วิเคราะห์เป็น และสร้างองค์ความรู้ได้ อันส่งผลให้บุคคลสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และเต็มตามศักยภาพแห่งตน ปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้แบบเดิมที่เน้นการท่องจำ ทำตาม มีครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นกระบวนการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนากระบวนการคิด อันหมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพการตัดสินใจอย่างไตร่ตรอง รอบคอบ พร้อมรับผิชอบต่อสิ่งที่ตนเลือก รวมถึงตลอดถึงการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (พาสนา จุรัตน์. 2548: 1)

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา การพัฒนาประเทศจะดำเนินไปได้ด้วยดีนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะของพลเมืองส่วนใหญ่ของประเทศเป็นสำคัญ ฉะนั้นการพัฒนาคุณภาพของประชากร ดังพระบรมราโชวาทตอนหนึ่งของ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช พระราชทานแก่ครูใหญ่และนักเรียน ความว่า “...การศึกษาเป็นเครื่องมือพัฒนาความรู้ ความคิด ความประพฤติ ทักษะ ค่านิยม และคุณธรรมของบุคคล เพื่อให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรที่มีคุณภาพจำเป็นต้องมีลักษณะประการหนึ่ง คือ มีความคิดสร้างสรรค์...” (พาสนา จุรัตน์. 2548: 49) เรื่องของ “การคิด” และ “การสอนคิด” เป็นเรื่องที่น่าจะสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษาเพื่อให้ได้คุณภาพสูง ประเทศต่างๆ ทั่วโลก หันมาศึกษาและเน้นในเรื่องของการพัฒนานักเรียนให้เติบโตขึ้นอย่างมีคุณภาพในทุกๆ ด้าน ทั้งทางด้านสติปัญญา คุณธรรม และการเป็นพลเมืองที่ดีของประเทศ การพัฒนาด้านสติปัญญาจะเป็นด้านที่ได้รับการเอาใจใส่สูงสุด เนื่องจากเป็นด้านที่เห็นผลเด่นชัด นักเรียนที่มีความรู้ความสามารถสูงมักได้รับการยอมรับและได้รับ โอกาสที่ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าและเป็นที่เข้าใจกันว่า ความรู้ความสามารถนี้ สามารถวัดและประเมินกันได้ด้วย ปริมาณความรู้ที่นักเรียนสามารถตอบในการทดสอบต่างๆ สองทศวรรษที่ผ่านมา วงการศึกษาทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ต่างก็ได้ค้นพบว่าการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนทำได้ในขอบเขตที่จำกัดและยังไม่ถึงเป้าหมายสูงสุดที่ต้องการ ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีผลการวิจัยเป็นร้อยๆ เรื่องที่บ่งชี้ว่า ในการสอนวิชาต่างๆ นักเรียนสามารถทำได้ดีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐาน แต่เมื่อมาถึงส่วนที่ต้องใช้ความคิดและเหตุผล นักเรียนไม่สามารถทำได้ดี วงการศึกษาไทยได้มีความเคลื่อนไหวในการคิด ทำให้เกิดแนวความคิดเรื่องการสอนให้ “คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น” และการสอนให้คิดตามแนวพุทธศาสตร์ (ทิสนา แคมมณี. 2544: 77 – 78) วิธีคิดแบบอริยสัจ เป็นวิธีคิด

แบบแก้ปัญหา โดยเริ่มจากตัวปัญหาหรือทุกข์ ทำความเข้าใจให้ชัดเจน สืบค้นสาเหตุ เตรียมแก้ไข วางแผน กำจัดสาเหตุของปัญหา มีวิธีการปฏิบัติ 4 ขั้นตอนคือ (ทิกณา แคมมณี. 2544: 86–87) 1) ทุกข์ – การกำหนดให้ รู้สภาพปัญหา 2) สมุทัย– การกำหนดเหตุแห่งทุกข์เพื่อกำจัด 3) นิโรธ – การดับทุกข์อย่างมีจุดหมาย ต้อง มีการกำหนดว่าจุดหมายที่ต้องการคืออะไร 4) มรรค – การกำหนดวิธีการในรายละเอียดและปฏิบัติ เพื่อกำจัดปัญหา

การศึกษาธรรมชาติของการเรียนรู้ เปลี่ยนแปลงจากการให้ความสำคัญกับปัจจัยภายนอก มาสู่ ปัจจัยภายในของนักเรียน ปัจจัยภายนอกของนักเรียน หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ในอดีตเน้นที่ตัวแปรเกี่ยวกับผู้สอน ได้แก่ บุคลิกภาพของผู้สอน การแสดงออก ความกระตือรือร้น การให้ คำชมเชยของผู้สอน ตัวแปรเหล่านี้ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน หรือช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ส่วนการศึกษาธรรมชาติของการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับปัจจัยภายในของนักเรียน เป็นการศึกษาถึงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมของนักเรียน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความจำ ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูล แรงจูงใจ ความตั้งใจ แบบแผนทางปัญญา เชื่อว่า ปัจจัยภายในเหล่านี้ส่งผลช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจกับแนวคิดการเรียนรู้ที่มีความหมายนี้ มีการศึกษาจนได้ภาพรวม เกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และพบว่า ความรู้เดิมมีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน แนวคิดนี้มีรากฐานมาจากปรัชญาทฤษฎีสมรรถนิยม ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการ ที่เกิดขึ้นภายใน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม (สุจินต์ วิสวธีรานนท์. 2544: 44) ในระดับมัธยมศึกษาโดยทั่วไป ครูให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาที่เน้นการฝึก ใช้สูตรและฝึกทำตามขั้นตอนที่ครูสอนมากกว่าฝึกกระบวนการคิด ด้านการให้เหตุผล ครูจะเป็นผู้แสดง การให้เหตุผลครูเป็นผู้แสดงการให้เหตุผลในขั้นตอนต่างๆ ให้นักเรียนดู สิ่งที่นักเรียนได้คือความรู้และความจำ เท่านั้น ด้านการนำเสนอครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาเท่าที่ควร ในการจัด การเรียนการสอนยุคใหม่ ครูได้รับการชี้แนะให้เปลี่ยนแปลงวิธีการสอนให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลง ต่างๆ ลดบทบาทการเป็นผู้บอก ผู้ส่ง ผู้กำหนด ผู้สอนเพื่อให้เด็กได้เรียนรู้จากครู ยุคสมัยนี้ต้องให้เด็กนำ ความรู้ของครูมาเป็นข้อมูลแล้วให้เด็กสร้างความรู้ของเขาขึ้นมาเอง ให้เด็กได้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีคุณธรรม ซื่อสัตย์ มีวินัยในตนเอง เรียกว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นวิธีการที่ ช่วยนักเรียนให้ได้รับการส่งเสริมให้มีความรับผิดชอบ และมีส่วนร่วมเต็มที่ต่อการเรียนรู้ของตนโดยส่งเสริม ความคิดของนักเรียน และอำนวยความสะดวกให้เด็กได้พัฒนาศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ (วัฒนาพร ระเบียบทุกข์. 2542: 4) ดังนั้น การเรียนรู้ที่ยั่งยืน นักเรียนจะต้องได้ฝึกใช้ปัญญาขั้นสูงกว่ามากกว่าการท่องจำ นั่นคือ การได้ใช้สติปัญญาด้านการรู้จักคิด วิเคราะห์ สร้างสรรค์ ตัดสินใจแก้ปัญหาและสังเคราะห์เป็นสาระความรู้ ที่มีความหมายต่อตนเอง

ดังนั้นผู้วิจัยสนใจว่า การสอนตามแนวทฤษฎีสรุคนิยมและการสอนแบบอริยสัจ 4 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบใดจะทำให้เกิดผลดีกับนักเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อันเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนตามแนวทฤษฎีสรุคนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรุคนิยม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนตามแนวทฤษฎีสรุคนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรุคนิยม
6. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรุคนิยมและการสอนแบบอริยสัจ 4
2. การศึกษาในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับครูในการวางแผนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อนักการศึกษา ครู อาจารย์ และผู้สนใจทางการศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 501 คน โดยแต่ละห้อง จัดนักเรียนคณะกรรมการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม จำนวน 30 คน

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 จำนวน 30 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมีมวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้เวลา 16 คาบ คาบละ 50 นาที

ตัวแปรที่ศึกษาคือ

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1. การสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม
2. การสอนแบบอริยสัจ 4

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิม ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้น ได้แก่

1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase) เป็นขั้นที่กระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียนและความอยากรู้อยากเห็น

1.2 ขั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิด หรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ

1.3 **ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)** เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอผลที่เกิดจากการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ได้อีก เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

1.4 **ขั้นขยายโน้ตส์ (Elaboration Phase)** เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบว่านักเรียนสามารถประยุกต์ใช้โน้ตส์ในสถานการณ์ใหม่ได้หรือไม่ โดยตั้งคำถามใหม่เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติ

1.5 **ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** เป็นขั้นที่ครูใช้เทคนิคการสังเกตหรือตั้งคำถามหรือใช้แบบวัดหรือแบบฝึกเพื่อหาหลักฐานการเรียนรู้ว่านักเรียนเกิดการพัฒนา

2. การสอนแบบอริยสัจ 4 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นไปที่วิธีการในการแก้ปัญหาหรือวิธีการแห่งปัญญา เป็นขั้นตอนการคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล ประกอบไปด้วย

2.1 **ขั้นทุกข์** คือ ปัญหา ครูนำเสนอปัญหาให้นักเรียนพิจารณาอย่างรอบคอบ และพยายามกำหนดขอบเขตของปัญหา นักเรียนจะต้องคิดแก้ไขให้จงได้

2.2 **ขั้นสมุทัย** คือ สาเหตุของปัญหานั้น ตั้งสมมติฐาน ครูให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ด้วยตัวเองว่า สาเหตุของปัญหาที่ยกขึ้นมานั้น มีอะไรบ้าง

2.3 **ขั้นนิโรธ** คือ ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล ครูให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาตามสาเหตุที่ได้ค้นพบ

2.4 **ขั้นมรรค** คือ ขั้นวิเคราะห์ และสรุปผล ครูให้นักเรียนสรุปผลจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติว่าได้ค้นพบคำตอบของปัญหา หรือกฎเกณฑ์อะไรบ้าง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมี มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยข้อสอบเป็นแบบอัตนัย วัดพฤติกรรมการมีความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ดังนี้

3.1 **ความรู้ความจำ** หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

3.2 **ความเข้าใจ** หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่และความสามารถแปรข้อมูลไปสู่สัญลักษณ์

3.3 **การนำไปใช้** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนมาแล้ว

3.4 **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

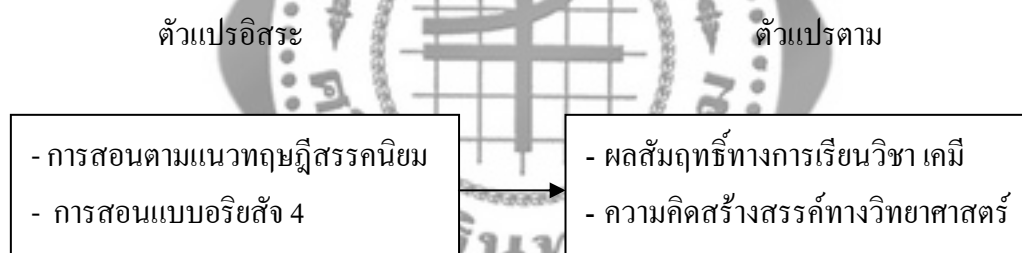
4. **ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาคิด ได้กว้างไกลหลายทิศทาง ดัดแปลง ปรับแต่ง ผสมผสานเป็นความคิดแปลกใหม่ และมีคุณค่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ คือ

4.1 **ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดตอบสนองต่อปัญหาหรือเหตุการณ์ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด

4.2 **ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาปรับสภาพความคิด โดยการนำความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์มาจัดเป็นหมวดหมู่ โดยใช้หลักเกณฑ์ได้หลากหลายมากที่สุด

4.3 **ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คิดตอบสนองต่อเหตุการณ์ หรือปัญหา โดยเป็นความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่เป็นความคิดที่คนอื่นคาดไม่ถึง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแนวทฤษฎีสรณนิยมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยม
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบอริยสัจ 4
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยม

1.1 ความหมายของทฤษฎีสรณนิยม

ครอกซ์ (Krogh. 1994: 556) ได้กล่าวถึงความหมายตามทฤษฎีสรณนิยมว่าเป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับพัฒนาการในการสร้างความรู้ สติปัญญา จริยธรรมขึ้นมาด้วยตัวของเด็กเอง โดยพัฒนาการนั้นเป็นผลมาจากการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) และการปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (Accommodation)

เทราส์ แมน และ ลิชเทนเบิร์ก (Troutman; & Lichtenberg. 1995: 25) ได้กล่าวถึงความหมายตามทฤษฎีสรณนิยมว่า เป็นการค้นหาความรู้ให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ๆ เข้าไปในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม พิสูจน์ความเป็นจริงจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสรุปเอง โดยสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบบทสรุปของตัวเองกับผู้อื่น เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2550: 82) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรณนิยมเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2550: 2) กล่าวว่า ทฤษฎีสรณนิยมเป็นแนวทฤษฎีที่นำทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลายมาปรับประยุกต์ โดยมีเป้าหมายที่จะอธิบายและค้นหาว่า มนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไร ทฤษฎีนี้มีอิทธิพลต่อการการสอนที่เน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง มีความเชื่อพื้นฐานว่า “ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับ เพื่อค้นหาความจริง”

สุวิทย์ คำมูล (2553: 126) กล่าวว่า การสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยมเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษา คิด ค้นคว้า

ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากใบความรู้ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ จะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยเหลือ มีการตรวจสอบความรู้ใหม่ สามารถกระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเอง ระหว่างกลุ่ม หรือผู้สอนช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่

จากข้อความดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยม หมายถึง การสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่

1.2 ทฤษฎี แนวคิดและหลักการของทฤษฎีสรคณนิยม

นักทฤษฎีสรคณนิยมได้ประยุกต์ทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษา แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2550: 2 – 3)

กลุ่มที่เน้นกระบวนการรู้คิดในส่วนบุคคล (Radical Constructivism or Personal Constructivism or Cognitive Oriented Constructivist Theories) เป็นกลุ่มที่เน้นการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นรายบุคคล โดยมีความเชื่อว่า มนุษย์แต่ละคน มีความรู้ ความเข้าใจ ทักษะสติแรงจูงใจและความสนใจอยู่แล้ว เมื่อได้เริ่มรับรู้หรือมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ทางกายภาพในชีวิตประจำวัน ก็จะเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นครูจึงมีบทบาทเป็นผู้พัฒนาให้นักเรียนแต่ละคนรู้วิธีเรียนและรู้วิธีคิด เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กลุ่มนี้อิงทฤษฎีของเพียเจต์เป็นสำคัญ

1. กลุ่มที่เน้นการสร้างความรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Constructivism or Socially Oriented Constructivist Theories) เป็นกลุ่มที่เน้นว่า มนุษย์จะเกิดการเรียนรู้ได้ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มคนและสภาพแวดล้อมทางสังคม จึงมีความเชื่อว่า ความรู้คือผลผลิตทางสังคมโดยมีข้อตกลง 2 ประการ คือ 1) ความรู้ต้องสัมพันธ์กับชุมชน 2) ปัจจัยทางวัฒนธรรม สังคมและประวัติศาสตร์ มีผลต่อการเรียนรู้ ดังนั้นครูจึงมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กลุ่มนี้อิงทฤษฎีของไวทกอดสกีเป็นสำคัญ

ทฤษฎีสรคณนิยม เป็นทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับสื่อความหมายและการควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวตน ทฤษฎีของความรู้นี้ อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ ดังนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2548: 82 – 83; อ้างอิงจาก Von, Glasersfeld. 1989)

1. ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ
2. หน้าที่ของการรับรู้คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

รากฐานแนวคิดทฤษฎีสรคณนิยม

1. รากฐานทางปัญญา

ทฤษฎีสรคณนิยมอธิบายความรู้ (Knowledge) ว่าเป็นผลของความพยายามทางปัญญาของมนุษย์ ในการจัดการกับโลกแห่งประสบการณ์ของตนด้วยตนเอง สอดคล้องกับปรัชญาปฏิบัตินิยม

(Pragmatism) ที่กล่าวว่า ความรู้คือ ความสามารถของรายบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่า หรือความเชื่อเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ได้ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และมีความสมเหตุสมผลก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ และกระบวนการของการนำความคิดที่ผ่านกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริง และมีความสมเหตุสมผลแล้วไปสู่ความคิดอื่นๆในประสบการณ์อื่นๆ ที่มีค่าสำหรับการดำเนินชีวิต และขจัดความขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่ ปรัชญาปฏิบัตินิยม ยอมรับประสบการณ์และข้อเท็จจริงที่ได้รับทางประสาทสัมผัส แต่ไม่ถือเอาประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียวเป็นบ่อเกิดแห่งความรู้ และไม่ใช่ประสบการณ์ทุกประสบการณ์จะเป็นความรู้ ความรู้จะเกิดก็ต่อเมื่อมีการไตร่ตรองเกี่ยวกับประสบการณ์นั้น โดยเมื่อกระบวนการไตร่ตรองเริ่มขึ้น ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดผ่านกระบวนการไตร่ตรองแล้วก็จะกลายเป็นประสบการณ์รู้คิดเป็นความรู้ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดจึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการไตร่ตรองเป็นสิ่งที่มียู่ก่อนและมีขอบเขตกว้างกว่าประสบการณ์รู้คิดอันเป็นความรู้

2. รากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้

ยีน เพียเจต์ (Jean, Piaget, 1964: unpagged) กล่าวว่า คนเราเรียนรู้โดยกระบวนการของการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ด้วยกระบวนการสู่สภาวะสมดุล ประกอบด้วยกลไกพื้นฐานสองอย่าง คือ การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง และการปรับโครงสร้าง การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างความสามารถในการตีความหรือการรับเอาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้ามารวมไว้ในโครงการทางปัญญาที่มีอยู่ หรือการปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ส่วนการปรับโครงสร้างเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลง หรือขยายโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม นักทฤษฎีที่มีอิทธิพลต่อความเคลื่อนไหวของทฤษฎีสรณนิคม คือ ออซูเบล (Ausubel, 1963) กล่าวว่า โครงสร้างส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ครูจะต้องรู้ในจุดเริ่มแรกของการสอนคือสิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ครูจะได้วางแผนการสอนโดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น

หลักการของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรณนิคม (สุวิทย์ คำมูล, 2545: 129)

1. ความรู้ คือ โครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายสถานการณ์ที่เผชิญ
2. ความรู้เกิดจากตัวผู้เรียน ผู้เรียนไม่ใช่ผู้ที่มีแต่ความว่างเปล่า แต่ผู้เรียนจะดูดซับสารสนเทศใหม่เข้ากับความรู้เดิม หรือปรับเปลี่ยนสารสนเทศใหม่เข้ากับความรู้เดิม
3. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความหมายแก่สิ่งที่ได้เรียน โดยการนำมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม
4. กิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถ ตามความเชื่อของตน กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลักษณะดังกล่าวจะช่วยฝึกให้สร้างความหมายกับสารสนเทศใหม่ที่ได้รับ

5. การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมเกิดขึ้นโดยการสืบเสาะร่วมกัน การเรียนแบบที่มีความร่วมมือในการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกัน จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ลึกซึ้งและกว้างขวางขึ้น เพราะมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และเป็นการขยายทัศนะของตนให้กว้างขึ้น

หลักการทฤษฎีสรณนิคมมีหลักการ 3 ประการ ดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2550: 3 – 4)

1. คนเราจะไม่รู้อย่างแท้จริงว่า โลกเป็นอย่างไร คนแต่ละคนจะสร้างความเชื่อเกี่ยวกับโลกหรือสิ่งต่างๆ ขึ้น จนเชื่อว่า นั่นคือ ความจริง (Reality)

2. คนเรามีความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่แล้วหากได้รับข้อมูลหรือสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติม เขาอาจเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีอยู่เดิมได้

3. คนเราสร้างความจริงบนพื้นฐานของ

3.1 ความเชื่อที่มีอยู่ก่อนแล้ว

3.2 ความสามารถในการให้เหตุผล

3.3 ความปรารถนาที่จะประสาน ความเชื่อกับสิ่งที่ตนสังเกตได้เชิงประจักษ์

ดังนั้น จากหลักการพื้นฐานทางทฤษฎี 3 ประการดังกล่าว นักทฤษฎีสรณนิคมจึงถือว่าประสบการณ์ใหม่ที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นกุญแจสำคัญของการให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่เขาอยู่นั่นคือ ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้ ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว กับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ โดยผู้เรียนปรับสารสนเทศใหม่กับการเข้าใจที่มีอยู่เดิม จนในที่สุดจึงเกิดความเข้าใจใหม่

1.3 การนำทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรณนิคมไปใช้ในการสอน

การนำทฤษฎีสรณนิคมไปใช้ในการสอน สามารถทำได้หลายประการดังนี้ (ทิศนา แจมมณี. 2552: 94 – 96)

1. ตามทฤษฎีสรณนิคม ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (Process of Knowledge Construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (Reflexive Awareness of that Process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (Authentic Tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยน จากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาลงมือได้

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ไม่ได้หมายความว่า ผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “Physical Knowledge Activities” เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาส

ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจขึ้น ดังนั้น ความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นง่ายๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรมให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสนำเสนอในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้นและหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบทฤษฎีสรณนิยม ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก "การให้ความรู้" ไปเป็น "การให้ผู้เรียนสร้างความรู้" บทบาทของครูก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการ และด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรณนิยมขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น จึงมีลักษณะหลากหลายดังนั้นการประเมินผล จึงจำเป็นต้องประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคลและการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย อาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (Portfolio) รวมทั้ง การประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบท กิจกรรมและงานที่เป็นจริง

หลักการจัดการสอนโดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สามารถสรุปหลักการปฏิบัติได้ดังนี้ (พจนานุกรมศัพท์ศษ. 2550: 23 – 25)

1. เคารพศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ของผู้เรียน ศรัทธาและเชื่อมั่นว่า ผู้เรียนทุกคนเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ทุกคนมีความสามารถใฝ่ดีและปรารถนาความสุข ความสำเร็จในชีวิต

2. ตระหนักว่าผู้สอนไม่ใช่ผู้บอกความรู้ แต่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้ จัดเตรียมกิจกรรมการช่วยเหลือดูแลให้ความสะดวก และให้คำปรึกษาแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้
3. การพัฒนาผู้เรียนมุ่งพัฒนาคุณภาพผู้เรียนรอบด้านให้เป็นคนดี คนเก่ง มีความสุข โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความสามารถรอบด้านให้กับผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ ความคิด คุณธรรม ค่านิยม ทักษะกระบวนการและการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะหลอมรวม บูรณาการ
4. การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดเนื้อหาสาระย่อยที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนรู้สอดคล้องกับความจำเป็นในชีวิตประจำวันของผู้เรียนและท้องถิ่น
5. การกำหนดเวลาเรียนแต่ละแผนที่เหมาะสมให้ผู้เรียน มีเวลาเพียงพอที่จะใช้กระบวนการคิดกระบวนการปฏิบัติตลอดแนว เพื่อแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองและสามารถจัดเวลาในการสอนได้ตามตารางสอนปกติ
6. การสร้างความรู้สึกรักอยากรู้อยากเรียนให้กับผู้เรียนเป็นก้าวแรกของการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ ความสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่เรียน ทำให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์
7. ผู้เรียนเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริง มีสิทธิที่จะตัดสินใจ กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ ตามความถนัดความสนใจ ผู้สอนต้องช่วยให้ผู้เรียนเลือกได้เหมาะสมกับตนเองและใช้ขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้เป็นแนวทางในการคิดและปฏิบัติงานตามลำดับขั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาและค้นพบความรู้ของตนได้ด้วยตนเอง
8. ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถ มีจุดเด่นเฉพาะตัว ผู้สอนต้องค้นให้พบ และช่วยให้ผู้เรียนนำจุดเด่นและความสามารถของผู้เรียนมาใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้ เพื่อให้ทุกคนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนรู้
9. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้นำมาเสนอ เพื่อวิเคราะห์อภิปราย วิพากษ์วิจารณ์อย่างกว้างขวาง เพื่อจำแนกเปรียบเทียบ จัดลำดับ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ทำให้สามารถสรุปและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
10. การให้ผู้เรียนนำความรู้ ข้อค้นพบนำมาเสนอจัดทำชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ ตามความถนัดความสนใจ ทำให้ความรู้ความคิดของผู้เรียนเป็นรูปธรรมชัดเจน ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจช่วยทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจในความสำเร็จของตนเองมากยิ่งขึ้น
11. การใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยี ที่หลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างสาระความรู้และผลงานต่างๆ ด้วยตนเองได้ดี

12. การใช้กระบวนการกลุ่มในการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเรียนรู้ในลักษณะร่วมคิดร่วมทำ ช่วยให้มีรู้ความความคิดกว้างขวางซับซ้อน หลากหลายยิ่งขึ้น รวมทั้งมีการพัฒนาในทักษะต่างๆ เช่น ทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์ ทักษะทางภาษา ทักษะด้านการรู้จักเข้าใจตนเอง เป็นต้น

13. การจัดกลุ่มผู้เรียนที่มีความถนัด ความสามารถ และประสบการณ์แตกต่างกัน ได้เรียนรู้ และปฏิบัติงานร่วมกัน จะเอื้อให้เกิดการสร้างสรรคผลงานและความรู้ และช่วยให้การเรียนรู้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย

14. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบความสำเร็จและพัฒนาแท้จริงของผู้เรียนทั้งด้านความรู้คิด คุณธรรม ค่านิยม ทักษะการปฏิบัติและการปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน ต้องประเมินอย่างต่อเนื่องด้วยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย ตามหลักการของการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

15. การนำผลการประเมินมาใช้ปรับปรุงพัฒนาศักยภาพผู้เรียนเป็นรายบุคคล รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติม ในเรื่องที่น่าสนใจในลักษณะ โครงการทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพที่ควรจะเป็น มีการพัฒนารอบด้านเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุขในที่สุด

การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรคานิยม (สฤวิทย์ คำมูล. 2545: 129)

1. ผู้สอนมีหน้าที่จัดการให้ผู้เรียนขยายโครงสร้างทางปัญญา (สร้างความรู้) โดยมีสมมุติฐาน ดังนี้

1.1 นำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหามีปฏิสัมพันธ์ต่อสังคมและตัวผู้เรียนเอง ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

1.2 ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจให้เกิดกิจกรรมการคิดไตร่ตรอง เพื่อสร้างความรู้ที่จะขจัดความขัดแย้งนั้น

1.3 การคิดไตร่ตรองบนพื้นฐานของประสบการณ์ และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะกระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างทางปัญญาเกี่ยวกับสิ่งนั้นขึ้นมาใหม่

1.4 จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียนคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

1.5 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็นและใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

2. มีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

3. ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้บอกความรู้มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยการ

- 3.1 จัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม
 - 3.2 วางแผนการจัดกิจกรรม
 - 3.3 สื่อการเรียนรู้
 - 3.5 ให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้
 - 3.6 กระตุ้นผู้เรียนโดยการตั้งคำถาม
 - 3.7 ให้กำลังใจ
 - 3.8 ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน
 - 3.9 ให้ข้อมูลย้อนกลับ
4. ผู้สอนเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ และแหล่ง

วิทยาการต่างๆ

5. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมินผู้เรียน โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง การนำทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรคณิยมไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชวนเดอร์ (สุจินต์ วิสุทธิรานนท์. 2544: 47; อ้างอิงจาก Saunders. 1992) ได้เสนอแนะโดยสรุปว่า การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่การท่องจำข้อมูล แต่เป็นการแสวงหาความหมาย โดยการปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับโลกภายนอก ลักษณะของโปรแกรมการสอนวิทยาศาสตร์ควรประกอบด้วย

1. การลงมือปฏิบัติการ (Hands on, Investigation Labs)

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรง ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง จะได้ผลมากกว่าการสังเกต หรืออ่านเอกสารเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้นๆ แต่มีสิ่งที่น่าสนใจ คือ กิจกรรมปฏิบัติการไม่ใช่จะมีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเสมอไป การทดลอง ปฏิบัติการแบบดั้งเดิมที่เป็นการทดลอง เพื่อยืนยันข้อเท็จจริงตามแนวทางที่มีผู้กำหนดให้ ผู้เรียนไม่ได้คิดออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ผู้เรียนมักจะไม่ได้ประสบการณ์ของภาวะไม่สมดุล เพราะผู้เรียนไม่ได้ใช้โครงสร้างทางปัญญาของตนในการคาดคะเนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตเห็น

2. การมีส่วนร่วมในการใช้ความคิด (Active Cognitive Involvement)

จัดสภาพห้องเรียนให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดด้วยตนเอง กิจกรรมที่เน้นการคิด ได้แก่ การคิดแบบออกเสียง การหาคำอธิบาย การตีความหมายข้อมูล การโต้เถียงเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา การกำหนดสมมติฐานที่หลากหลาย การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน การเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้

2. การทำงานกลุ่ม (Group Work)

การจัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยกระตุ้นกิจกรรมทางความคิดระดับสูง ในระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้มากกว่าการให้ฟังบรรยาย ทำให้มีโอกาสเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาได้

3. การประเมินผลระดับสูง (Higher-level Assessment)

การประเมินผลที่ใช้ข้อทดสอบที่เน้นกิจกรรมการคิดระดับสูง จัดเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเองมากขึ้น

1.4 ขั้นตอนการสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยัม

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยัมมี ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2544: 13)

1. สร้างจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างจุดมุ่งหมาย และแรงจูงใจในเรื่องที่เรียน
2. ทำความเข้าใจ ผู้เรียนทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียนให้ชัดเจน โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย
3. จัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ผู้เรียนศึกษาและร่วมกันสร้างแนวคิดใหม่
4. นำแนวคิดไปใช้ ผู้เรียนนำแนวคิดของตนไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
5. ทบทวน ผู้เรียนทบทวนตรวจสอบว่า แนวคิดของตนเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยัมมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้น ดังนี้ (พจนานุกรมศัพท์สมาน. 2550: 25 – 34)

1. ขั้นจุดประกายความสนใจ
2. ขั้นวางแผนการเรียนรู้
3. ขั้นลงมือเรียนรู้ตามแผน
4. ขั้นนำเสนอข้อมูลสรุปความรู้
5. ขั้นจัดทำชิ้นงาน

ขั้นตอนการสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยัม ยากอร์ (เซย์วิตน์ สุทธิรัตน์. 2552: 85; อ้างอิงจาก Yager. 1991) ได้เสนอขั้นตอนไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเชิญชวน ได้แก่
 - 1.1 สังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น
 - 1.2 ถามคำถาม
 - 1.3 พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามที่ตั้งขึ้น
 - 1.4 จดบันทึกปรากฏการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดขึ้น
 - 1.5 ชี้สถานการณ์การรับรู้ของนักเรียนที่แตกต่างกัน
2. ขั้นสำรวจ ได้แก่
 - 2.1 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
 - 2.2 ระดมพลังสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้
 - 2.3 มองหาสารสนเทศ
 - 2.4 ทำการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์
 - 2.5 สังเกตปรากฏการณ์ที่เฉพาะเจาะจง

- 2.6 ออกแบบโมเดล
- 2.7 รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล
- 2.8 ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา
- 2.9 เลือกทรัพยากรที่เหมาะสม
- 2.10 อภิปรายการแก้ปัญหา
- 2.11 ออกแบบและดำเนินการทดลอง
- 2.12 ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย
- 2.13 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน
- 2.14 ชี้การเสี่ยงและผลที่ตามมา
- 2.15 ขอบเขตของการสืบเสาะหาความจริง
- 2.16 วิเคราะห์ข้อมูล
3. ขันนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา
 - 3.1 สื่อความหมายข้อมูลและความคิดเห็น
 - 3.2 สร้างและอธิบายโมเดล
 - 3.3 สร้างคำอธิบายใหม่
 - 3.4 ทบทวนและวิจารณ์คำตอบของปัญหา
 - 3.5 ให้เพื่อนประเมินผลการเสนอคำตอบ
 - 3.6 รวบรวมคำตอบที่หลากหลาย
 - 3.7 ชี้ให้เห็นคำตอบที่เหมาะสม
 - 3.8 บูรณาการคำตอบที่ได้กับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่
4. ขันนำไปปฏิบัติ
 - 4.1 การตัดสินใจ
 - 4.2 นำความรู้และทักษะไปใช้
 - 4.3 ถ่ายโยงความรู้และทักษะ
 - 4.4 แลกเปลี่ยนสารสนเทศและความคิดเห็น
 - 4.5 ถามคำถามใหม่
 - 4.6 นำผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็น
 - 4.7 ใช้โมเดลและความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการอภิปรายและการยอมรับจากเพื่อนๆ

การสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยมได้มีการพัฒนาขึ้นไว้หลากหลาย Driver และ Oldham (สุจินต์ วิศวกรรมนท์. 2544: 48; อ้างอิงจาก Driver; & Oldham. 1986) ได้ระบุลักษณะและขั้นตอนของการสอนว่า ประกอบด้วย

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมาย และมีแรงจูงใจในการเรียน
บทเรียน

2. ขั้นล้วงความคิด (Elicitation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจเดิม
ที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออก อาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนออกแบบ
โปสเตอร์ หรือการให้ผู้เรียนเขียน เพื่อแสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่

3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Turning Restructuring of Ideas) นับเป็นขั้นตอนที่
สำคัญของบทเรียน ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิดผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้น เมื่อได้พิจารณา
ความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น

3.2 สร้างความคิดใหม่ จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทาง รูปแบบ
วิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความคิดใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรวางแนวทาง
ที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิด ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิด ความเข้าใจที่เคยมีอยู่
เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือ ความรู้ ความเข้าใจ
ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่างๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. ขั้นทบทวน เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่า ความคิดความเข้าใจของเขา
ได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

รูปแบบการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณนิยม แบบ 5 E ประกอบด้วยการเรียนการสอน 5 ขั้น
ดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2550: 8)

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นหรือเร้าความสนใจ
ของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียน และความอยากรู้อยากเห็น โดยการสนทนาตั้ง
คำถามหรือใช้เทคนิควิธีและสื่อประกอบ เช่น รูปภาพ นิทาน เพลง บทกลอน หรือทบทวนมโนทัศน์ และ
ประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่เอื้อต่อการเรียนมโนทัศน์ใหม่

2. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติ กิจกรรม ซึ่ง
มีลักษณะผสมผสานระหว่างการฟัง การอ่าน การพูด การดู และการกระทำร่วมกันเพื่อให้นักเรียนค้นพบ
ข้อความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงาน
เป็นทีมฝึกทักษะทางสังคมและฝึกนิสัยในการทำงานด้วยความกระตือรือร้น รอบคอบ รับผิดชอบ ซื่อสัตย์
รักษาวินัย และใช้เหตุผล ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้คือ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริม และ
ชี้แนะแนวทางให้แก่ นักเรียน

3. **ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ด้วยตนเองโดยครูตั้งคำถามชักจูง เพื่อให้นักเรียนอ้างอิงถึงสิ่งที่เป็นพยานหลักฐานความคิดและความเชื่อเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นๆ หรือกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นฐานของการอธิบายมโนทัศน์ใหม่ นอกจากนี้ครูสามารถช่วยอธิบายขยายความเข้าใจของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

4. **ขั้นขยายมโนทัศน์ (Elaboration Phase)** เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบว่า นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ได้หรือไม่ โดยการตั้งคำถามใหม่ หรือให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมใหม่ หรืออาจให้นักเรียน แสดงความคิดของตน เพื่อยืนยันความคิดและความเชื่อของตน โดยการตั้งคำถาม

5. **ขั้นประเมินผล (Exhibition Phase)** เป็นขั้นที่ครูใช้เทคนิคการสังเกตหรือการตั้งคำถาม ปลายเปิดหรือใช้แบบวัดหรือแบบฝึกเพื่อหาหลักฐานการเรียนรู้ว่า นักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะการทำงานของตนเอง เป็นการตรวจสอบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งศักยภาพทางวิชาการและนอกวิชาการหรือไม่และอย่างไร

1.5 บทบาทของครูกับการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมนิยม

ครูที่นำทฤษฎีธรรมนิยมมาใช้จะต้องมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ดังนั้นครูมีบทบาท ดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2550: 11)

1. **ผู้นำเสนอกิจกรรม (Presenter)** คือ ครูลดการบรรยาย แต่เป็นผู้สาธิตและเสนอกิจกรรมกลุ่มให้นักเรียน พร้อมทั้งสร้างทางเลือกให้นักเรียนแต่ละคนได้รับประสบการณ์ตรง

2. **ผู้สังเกต (Observer)** คือ เป็นผู้สังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน ที่สะท้อนถึงความคิดของนักเรียน สังเกตปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนและนักเรียนกับครู เพื่อที่จะจัดทางเลือกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3. **ผู้ตั้งคำถามและผู้เสนอปัญหา (Question Asker and Problem Poser)** คือ เป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้โดยการตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความคิดของผู้เรียน และนำเสนอข้อมูล เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนามโนทัศน์

4. **ผู้จัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ (Environment Organizer)** คือ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้โดยสร้างบรรยากาศ จัดกิจกรรมที่เหมาะสมและให้อิสระแก่นักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม

5. **ผู้ประสานการประชาสัมพันธ์ (Public Relations Coordinator)** คือ เป็นผู้กระตุ้นและสนับสนุนการรวมกลุ่มของนักเรียน และยอมรับความหลากหลายของนักเรียนภายในห้องเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาสัมพันธภาพในหมู่เพื่อน พร้อมทั้งชี้แจงและให้ความรู้ ความเข้าใจ แก่บุคคลอื่นๆ เกี่ยวกับผลประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมนิยม

6. **ผู้รวบรวมข้อมูลทางการเรียนรู้ (Documenter of Learning)** คือ เป็นผู้ตรวจสอบและวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. ผู้สร้างทฤษฎี (Theory Builder) คือ เป็นผู้ช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดต่างๆ และได้สร้างความรู้ด้วยแบบแผน อย่างมีความหมาย ด้วยตัวของนักเรียนเอง

1.6 คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยม

การสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยม สามารถช่วยพัฒนานักเรียนในด้านต่อไปนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2550: 12)

1. ด้านความสามารถทางวิชาการ ได้แก่

1.1 ความรู้ นักเรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงในองค์ความรู้ที่ตนค้นพบหรือสร้างขึ้น

1.2 ทักษะ นักเรียนจะได้รับการพัฒนา ทั้งทักษะกระบวนการแสวงหาคำความรู้ในรายวิชาต่างๆ และยังได้พัฒนาทักษะทางการคิดระดับสูงอีกด้วย เช่น คิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดไตร่ตรอง และคิดสร้างสรรค์

1.3 ทักษะคิด นักเรียนมีทัศนคติทางบวกต่อการเรียนและต่อวิชาที่เรียน

1.4 ด้านลักษณะทางจิตพิสัย นักเรียนจะมีพฤติกรรมทางสังคมที่เหมาะสม เช่น ความรับผิดชอบ ความสามารถในการปรับตัว การยอมรับและเคารพความคิดเห็นผู้อื่นและความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ เป็นต้น

ประโยชน์ของการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยม มีดังนี้ (สุวิทย์ คำมูล. 2545: 134)

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ขยายความรู้ความคิดของตนเองให้กว้างหรือลึกซึ้งด้วยตนเอง โดยมีความรู้เดิมเป็นฐาน สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์มักมีความสิ่งต่างๆ จากความรู้เดิม

ประโยชน์ที่ได้รับจากการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยม (พจนานา ททรัพย์สมาน. 2550: 35 – 40)

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน

1. การแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการคิดและปฏิบัติจริง ตามลำดับขั้น โดยผู้เรียนเป็นผู้วิเคราะห์คุณค่าความสำคัญของสิ่งที่จะเรียนรู้ วางแผนกำหนดขอบเขตแนวทางการเรียนรู้ของตนเอง ลงมือเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลายตามความสามารถ ความถนัดความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสค้นพบศักยภาพที่แท้จริงของตน รู้จักและเข้าใจตนเองมากยิ่งขึ้น

2. การเรียนรู้จากการคิดและปฏิบัติจริงเพื่อแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองโดยผู้เรียนได้รับข้อมูลความรู้จากประสบการณ์ตรง แล้วใช้กระบวนการคิดเชื่อมโยงสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และทำชิ้นงานนำเสนอความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนได้เป็นรูปธรรม ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง รู้เข้าใจในสิ่งที่เรียนอย่างถ่องแท้ สามารถพูดได้ อธิบายได้ชัดเจน เห็นคุณค่าความสำคัญ มีค่านิยมที่เหมาะสม มีทักษะในการปฏิบัติ ปฏิบัติได้ถูกต้องคล่องแคล่ว สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาอื่นๆ และใช้แก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้

3. การมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ด้วยการเรียนรู้จากการคิดปฏิบัติจริงตามลำดับขั้น เพื่อวางแผนการเรียนรู้ ลงมือเรียนรู้ตามแผน นำเสนอข้อมูลการเรียนรู้ วิเคราะห์อภิปรายสรุปความรู้ ประเมินและปรับปรุงข้อมูลการเรียนรู้ และวิธีการเรียนรู้จัดทำรายงานผลการเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการด้านต่างๆ ทั้งกระบวนการคิดและกระบวนการปฏิบัติ คิดเป็น ทำได้ แก้ปัญหาเป็นสามารถนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ได้ใช้ประโยชน์ในการเรียนและแก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้

4. การสอนโดยให้ผู้เรียนแสวงหาค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง คิดและปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อแสวงหาค้นพบและสร้างสรรค์ความรู้ของตน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าคุณค่าความสำคัญได้รับการยอมรับ มีความสุขและเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง

5. การที่ผู้เรียนถูกฝึกให้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ด้วยการคิดและทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างต่อเนื่อง มีผลต่อการพัฒนาลักษณะนิสัยที่ดีงาม เกิดเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ การเรียนรู้ด้วยการคิดและทำงานร่วมกันด้วยระบบกลุ่มทำให้ผู้เรียนมีทักษะทางสังคม ทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุขได้ทั้งผลงานและความรู้สึกที่ดีต่อกัน

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดกับครูผู้สอน

1. มีโอกาสได้พัฒนาตนเองทั้งด้านความรู้ ความคิด จิตใจ ทักษะกระบวนการ เพราะการสอนโดยให้ผู้เรียนแสวงหาค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนไม่ได้ทำหน้าที่เพียงถ่ายทอดความรู้ แต่ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเองได้ การฝึกฝนพัฒนาผู้เรียนย่อมหมายถึง การพัฒนาตนเองของครูผู้สอนด้วย

2. การทำหน้าที่จัดการเรียนรู้ได้สมบูรณ์จนปรากฏผลอย่างชัดเจนว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง มีการพัฒนารอบด้าน ครูผู้สอนจะรู้สึกว่าคุณค่า ประสิทธิภาพสำเร็จในวิชาชีพครู มีความสุขและภาคภูมิใจในตนเอง รักและศรัทธาในอาชีพครู

3. ครูผู้สอนทำหน้าที่คอยช่วยเหลือดูแล ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและทำงานตามลำดับขั้น ให้การเสริมแรงเพื่อสนับสนุนและให้กำลังใจ เพื่อประทับประกองการเรียนรู้ของผู้เรียนสู่ความสำเร็จ บรรยากาศการเรียนรู้ข้างต้นทำให้ช่องว่างระหว่าง ครูผู้สอนกับผู้เรียนแคบลง มีความสนิทสนมเป็นกันเองมากขึ้น ด้วยความรักและความปรารถนาดีที่มีต่อกัน ก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นกัลยาณมิตร

4. การสอนโดยให้ผู้เรียนแสวงหาค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวทางการปฏิรูปการเรียนรู้ การที่ผู้สอนได้เรียนรู้ ฝึกปฏิบัติพัฒนาตนเองจนสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มีคุณภาพตามเป้าหมายย่อมได้รับเกียรติยกย่องจากหน่วยงานจากผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงานและผู้เกี่ยวข้อง เพราะได้ชื่อว่าเป็นผู้ยกระดับวิชาชีพครูให้เป็นวิชาชีพชั้นสูง ทำให้สังคมยกย่องวิชาชีพครู

5. การสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงมีพัฒนาการรอบด้าน เป็นคนดีคนเก่ง และมีความสุข ครูผู้สอนนับว่า มีส่วนสำคัญในการสร้างสรรค์จรรโลงสังคมไทยให้เจริญก้าวหน้า และน่าจะได้ชื่อว่ามีคุณูปการต่อประเทศชาติอย่างใหญ่หลวง เพราะการพัฒนาคนคือการพัฒนาชาติ ครูที่สามารถพัฒนาเยาวชนของชาติให้มีความรู้ คู่คุณธรรมได้นับว่าเป็นครูผู้กู้แผ่นดินอย่างแท้จริง

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยม

งานวิจัยต่างประเทศ

อัลซัป (Alaup. 1996: 3038 – A) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบสมรรถนิยมของนักศึกษาฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบแก้ปัญหาภายใต้ทฤษฎีสมรรถนิยมในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ พบว่าวิธีสอนภายใต้ทฤษฎีสมรรถนิยมสามารถพัฒนาการเรียนเรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ ของนักศึกษาฝึกสอน ลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ และช่วยให้นักศึกษาฝึกสอนมีความมั่นใจในการที่จะสอนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เปียซา (Piazza. 1995: 3403 – A) ได้ทำการวิจัยเชิงคุณภาพสำรวจการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ภายใต้ทฤษฎีสมรรถนิยม พบว่า การสอนตามทฤษฎีสมรรถนิยมช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การสร้างองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ดีขึ้น และช่วยให้ผู้สอนได้พัฒนาการสอนของตนเอง

งานวิจัยในประเทศ

นิพัทธา ชัยกิจ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรุสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกษมศรี ภัทรภูริสกุล (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสมรรถนิยมผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน ตามทฤษฎีสมรรถสูงกว่านักเรียนที่มีได้ได้รับการสอนตามทฤษฎีสมรรถอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบอริยสัจ 4

2.1 ความหมายของอริยสัจ 4 และการสอนแบบอริยสัจ 4

พระธรรมโกศาจารย์ (2552: 43) กล่าวว่า วิธีการแสวงหาความจริงในพระพุทธศาสนา เรียกว่า อริยสัจ 4 ประกอบด้วย กิจหรือขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดรู้ทุกข์ (ปริญญา) คือ การเข้าใจสภาพและขอบเขตของปัญหา

2. การค้นหาสมุทัย (ปหานะ) คือ การสืบสาวหาต้นตอของปัญหาเพื่อจะ แก้ไขปัญหา ได้ตรงจุด
3. การแก่งนิโรธ (สังฆิกิริยา) คือ การคาดคะเนถึงสภาวะที่แก้ปัญหาคือเป็นเป้าหมาย ที่ต้องบรรลุ
4. การดำเนินตามมรรค (ภาวนา) คือ การฝึกฝนปฏิบัติตามมรรควิธีเพื่อให้บรรลุถึง สภาวะไร้ปัญหา
5. พระพรหมคุณาภรณ์ (2548: 45) กล่าวว่า อริยสังข์ 4 หมายถึง ความจริงอัน ประเสริฐ ความจริงของพระอริยะ ความจริงที่ทำให้ผู้เข้าถึงกลายเป็นอริยะ ประกอบด้วย
 6. ทุกข์ ความทุกข์ สภาวะที่ทนได้ยาก สภาวะที่บีบคั้น ขัดแย้ง บกพร่อง ขาดแก่น สารและความยั่งยืน ไม่อาจให้ความสมอยากได้จริง
 7. ทุกขสมุทัย เหตุเกิดแห่งทุกข์ การก่อขึ้นของทุกข์ เนื่องจากค้นหา 3 คือ กามตัณหา ภาวตัณหา และวิภวตัณหา
 8. ทุกขนิโรธ ความดับทุกข์ ได้แก่ ภาวะปราศค้นหาได้ ไม่ต้องขึ้นต่อตัณหา ภาวะ ที่เข้าถึงเมื่อกำจัดอวิชชา ดับตัณหาสิ้นแล้ว ไม่มีอะไรยึดอมิจิต ไม่คิดข้อง ไม่ถูกค้นหาครอบงำชักจูง มีปัญญา เป็นอิสระ หลุดพ้น สงบ โปร่งโล่ง ผ่องใส ไร้ทุกข์ คือ นิพพาน

สุวิทย์ มูลคำ (2545: 164) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามขั้นทั้งสี่ของอริยสังข์ เป็นกระบวนการ แสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนพยายามคิดค้นวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว โดยใช้ลำดับขั้นตอนทั้งสี่ขั้นของอริยสังข์เป็น แนวทางการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

สาโรช บัวศรี (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552: 62; อ้างอิงจาก สาโรช บัวศรี, 2526) กล่าวว่า การสอนแบบอริยสังข์เป็นวิธีเดียวกับการแก้ปัญหาค โดยมีขั้นตอนการคิดอย่างมีระบบเป็นกระบวนการใช้ ความคิดหรือการแก้ปัญหาคอย่างมีเหตุผล เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า “วิธีการแห่งปัญหาค” หรือ “วิธีการทาง วิทยาศาสตร์”

จากความหมายที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า อริยสังข์ 4 หมายถึง ความจริงอันประเสริฐ 4 ประการ ประกอบด้วย ทุกข์ สมุทัย นิโรธ มรรค และการจัดการเรียนรู้แบบอริยสังข์ 4 หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาคด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการตามขั้นตอนของอริยสังข์ 4

2.2 ประวัติความเป็นมาของวิธีการสอนแบบอริยสังข์ 4

แนวการสอนแบบอริยสังข์ 4 สาโรช บัวศรี (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2550: 62; อ้างอิงจาก สาโรช บัวศรี, 2526) ได้เป็นผู้ริเริ่มโดยมีแนวคิดที่ว่า ชนชาติไทยมีวัฒนธรรมของตัวเองมาช้านานสามารถ รักษาเอกราช เอกสิทธิ์ของชาติมาเป็นระยะยาวนาน โดยเฉพาะการสืบทอดวัฒนธรรมหรือถ่ายทอดการเรียนรู้ ของบุคคลต่างๆภายในชาติ มีบุคคลต่างๆ ที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นครูทำหน้าที่ในการอบรมสั่งสอนลูกศิษย์ โดยทั่วไปจนเป็นที่เลื่อมใสศรัทธาและได้กลายเป็นประเพณี “การไหว้ครู” ของบรรดาศิษย์ทั้งหลาย ดังนั้น

จึงมีแนวคิดว่า ในขั้นตอนการเรียนการสอนควรมีวิธีการสอนแบบไทยๆ บ้าง เป็นเหตุให้ได้นำเอาหลัก อริยสัจสี่ในพระพุทธศาสนามาประยุกต์ใช้เป็นวิธีสอน โดยได้นำเผยแพร่ลงในหนังสือชุดศึกษาศาสตร์ ตามแนวพุทธศาสตร์ จัดทำโดยสำนักคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ ปีพุทธศักราช 2526 การจัดการศึกษาแนวนี้ พระพุทธเจ้า ใช้มานานแล้ว การสอนตามขั้นทั้งสี่ของอริยสัจ ไม่ได้ประยุกต์ จากหลักอริยสัจสี่โดยตรง แต่ได้ประยุกต์มาจาก “กิจในอริยสัจสี่” กิจในอริยสัจสี่ คือ หน้าที่อันพึงกระทำ ต่ออริยสัจสี่ในแต่ละอย่าง การที่ปฏิบัติให้ถูกต้องและเสร็จสิ้นในอริยสัจสี่แต่ละอย่างได้ชื่อว่ารู้อริยสัจ หรือ เป็นผู้ที่ตรัสรู้แล้ว

ศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีสอนของไทย ความเป็นมา ของวิธีการสอนแบบอริยสัจ 4 มีดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ. 2545: 165)

1. ครูไทยเราคงจะได้มีวิธีการสอนอยู่แล้วแน่ๆ เพราะชาติเราเป็นชาติที่มีวัฒนธรรมมา นานแล้ว เป็นชาติที่รักษาเอกราชไว้ได้โดยตลอดมา และครูไทยก็ได้รับความเคารพนับถือจากนักเรียน หรือ ศิษย์เป็นอย่างมาก ผิดกับในประเทศอื่นๆ จนถึงกับมีการไหว้ครูและจัดให้มีวันไหว้ครูขึ้นเป็นพิเศษในสถานศึกษา ต่างๆ
2. แต่เนื่องจากวิธีสอนของครูไทยมิได้เขียนไว้ให้ปรากฏ ก็จำเป็นต้องพยายามเสาะแสวงหา หรือพยายามอนุมานเอาให้จงได้
3. ในวัฒนธรรมของชาติไทย เราได้ยอมรับนับถือว่า พระพุทธองค์เป็นพระบรมครู พระบรมครูย่อมจะต้องมีวิธีสอนที่ดีแน่ๆ ดังนั้นถ้าเราพบว่า วิธีสอนของพระพุทธองค์เป็นอย่างไรแล้ว ก็ ถือว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูไทย
4. วิธีสอนของพระพุทธองค์จะเขียนไว้ ณ ที่ใดบ้าง จะมีการอธิบายเกี่ยวกับวิธีการสอน ที่พระองค์ทรงใช้ไว้ที่ใดบ้างก็ไม่ทราบกันแพร่หลาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอนุมานหรือคาดหมายเอาบ้าง โดยมากสิ่งที่เราทราบกันทั้งนั้นก็คือ พระธรรมคำสั่งสอนของพระพุทธองค์ พระไตรปิฎก รวบรวมสิ่งที่ สำคัญทั้งหมดของพระพุทธศาสนาเอาไว้ ก็เป็นหนังสือที่มีจำนวนมากหลายเล่ม เรายังไม่มีเวลาที่จะ อ่านให้หมด จึงไม่มีโอกาสที่จะพบได้ว่าจะมีคำอธิบายเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ของพระพุทธองค์อยู่ใน พระไตรปิฎกเพียงใด
5. แต่เพิ่มความรวดเร็วก็ควรที่จะสามารถคาดหมาย หรืออนุมานเกี่ยวกับวิธีสอนของ พระพุทธองค์ได้บ้างตามสมควรจากคำสอนหรือจากพฤติกรรมต่างๆของพระองค์
6. เนื่องจากอริยสัจ 4 เป็นคำสอนที่ถือได้ว่าเป็นหัวใจของพระพุทธศาสนาประการหนึ่ง จึงพยายามทำการคาดหมายหรืออนุมานเอาวิธีสอนมาจากอริยสัจ 4 และพฤติกรรมแวดล้อมต่างๆ
7. จากการอนุมาน ก็พอจะมองเห็นหรือพอที่จะอนุมานได้ว่า วิธีการแห่งปัญญา หรือ วิธีการคิดแบบ Reflective Thinking คล้ายกับวิธีการอริยสัจ 4 ดังนี้

ชั้นต่างๆ ของอริยสัจ 4	ชั้นต่างๆ ของวิธีการแห่งปัญหาหรือวิธีการวิทยาศาสตร์หรือ Reflective Thinking
1. ทุกข์ ชีวิตนี้เป็นความทุกข์อย่างยิ่ง(ตั้งนั้น ปัญหาของเราคืออะไร ทำอย่างไรจึงจะได้พ้นทุกข์)	1. การกำหนดปัญหา ได้แก่ การพิจารณาเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อกำหนดปัญหาให้ถูกต้องเหมาะสม
2. สมุทัย สาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดทุกข์ ได้แก่ ตัณหา	2. การตั้งสมมติฐาน เมื่อเข้าใจปัญหาโดยรอบคอบแล้ว เช่น รู้ถึงสาเหตุของปัญหาแล้ว อาจตั้งสมมติฐานหรือทดลองกำหนดหลักการในการแก้ไขได้
3. นิโรธ การดับทุกข์	3. การทดลองและเก็บข้อมูล ลองทำตามที่ตั้งสมมติฐานไว้แล้ว
4. มรรค จากการปฏิบัติสิ่งต่างๆด้วยตนเองแล้วก็ ตกลงสรุปผลได้ว่า วิธีการที่จะพ้นทุกข์ได้นั้นมีทางเดียวคือ ทางที่เรียกชื่อว่า”มรรค” มีองค์แปด	4. การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลหรือผลต่างๆที่จะไว้ในขั้นทดลองนั้น เพื่อจะรู้ว่าสิ่งใดแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ดั้งเดิมนั้นได้หรือไม่ ประการใด
	5. การสรุปผล นำมาสรุปให้เป็นหลักเกณฑ์ หรือข้อความที่แน่ชัดว่าได้แก้ปัญหาได้ด้วยวิธีใด แลได้ผลประการใด

วิธีการแบบอริยสัจ 4 ชั้นตอนนี้ เทียบเคียงได้กับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญในการแสวงหาความจริง 4 ประการดังนี้ (พระธรรมโกศาจารย์. 2552: 43 – 44)

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Unsolved Problems)
2. การตั้งสมมติฐาน (Hypotheses)
3. การคาดคะเน (Predictions)
4. การพิสูจน์ทดลอง (Experiments)

วิธีการแก้ปัญหาแบบอริยสัจ 4 ในพระพุทธศาสนาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นวิธีการแห่งปัญญาเหมือนกัน เราสามารถเทียบเคียงขั้นตอนในวิธีการทั้งสองได้ ดังนี้

1. การกำหนดรู้ทุกข์ = การกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. การค้นหาสมุทัย = การตั้งสมมติฐาน
3. การแก้นิโรธ = การคาดคะเน
4. การดำเนินตามมรรค = การพิสูจน์ทดลอง

2.3 ขั้นตอนการสอนแบบอริยสัจ 4

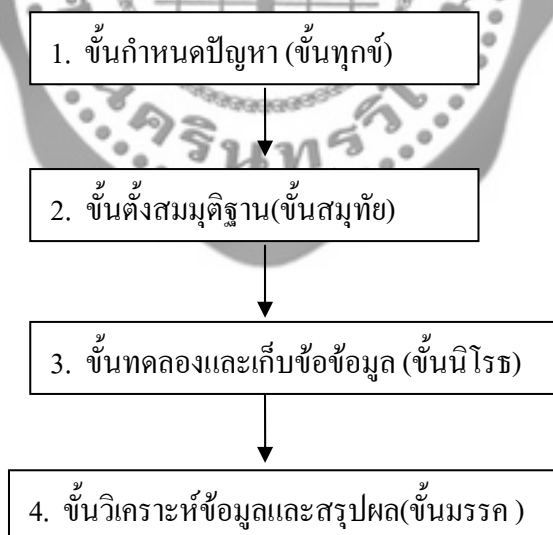
ศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี เสนอขั้นตอนการสอนแบบ อริยสัจ 4 ไว้ดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ,

2545: 167 – 169)

ขั้นตอนการสอน	เทคนิคสำคัญ
<p>1. กำหนดปัญหา (ขั้นทุกข์)</p> <p>1.1 ผู้สอนกำหนดและนำเสนอปัญหาอย่างละเอียด พยายามให้ผู้เรียนทำความเข้าใจต่อปัญหานั้นตรงกันและพยายามเร้าความรู้สึกให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักว่าสิ่งที่ผู้สอนนำเสนอเป็นปัญหาของทุกคนทุกคนมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหานั้นและทุกคนจะต้องร่วมมือกันช่วยแก้ปัญหาเพื่อความสุขของทุกคน</p> <p>1.2 ผู้สอนช่วยผู้เรียนให้ได้ศึกษาพิจารณาจุดปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ด้วยความรอบคอบและพยายามกำหนดขอบเขตของปัญหาโดยผู้เรียนจะต้องคิดแก้ไขให้ได้</p>	<p>1.1 การอธิบายอย่างกระชับ สร้างภาพเหตุการณ์ให้เห็นผลของการละเลยไม่แก้ปัญหาและการโน้มน้ำหนักจนให้เกิดความตระหนักในความสำคัญของการแก้ปัญหา อาจใช้สื่อที่เหมาะสมในการนำเสนอปัญหาให้สมจริง</p> <p>1.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลายและทั่วถึงและเขียนแสดงความคิดเห็นทั้งหมดบนกระดานเพื่อป้องกันการหลงลืมและยังเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนพยายามมีส่วนร่วมในบทเรียน</p>
<p>2. ตั้งสมมติฐาน (ขั้นสมุทัย)</p> <p>2.1 ผู้สอนช่วยผู้เรียนให้ได้พิจารณาด้วยตัวเองว่าสาเหตุของปัญหาที่ยกขึ้นมากล่าวในขั้นที่ 1 นั้นมีอะไรบ้าง</p> <p>2.2 ผู้สอนช่วยผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจและตระหนักว่าในการแก้ปัญหาใดๆ นั้นต้องกำจัดหรือดับ</p> <p>2.3 ผู้สอนช่วยผู้เรียนให้คิดว่าในการแก้ที่สาเหตุนั้นอาจจะกระทำอะไรได้บ้าง คือ ให้กำหนดสิ่งที่จะกระทำนี้เป็นข้อๆ ไป</p>	<p>2.1 ใช้คำถามเร้าให้ผู้เรียนช่วยกันคิดและแสดงความคิดเห็น ผู้สอนเขียนข้อมูลสาเหตุของปัญหาตามที่ผู้เรียนเสนอไว้คู่กับประเด็นปัญหาที่เขียนไว้แล้วบนกระดาน</p> <p>2.2 ใช้วิธีการอธิบายเชื่อมโยงเหตุผล</p> <p>2.3 ให้ยกตัวอย่างการกำหนดสิ่งที่จะกระทำแล้วเปิดโอกาสและกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นในการเสริมแรงผู้เรียนที่แสดงความคิดเห็น เขียนข้อมูลที่ผู้เรียนเสนอไว้บนกระดาน</p>
<p>3. ทดลองและเก็บข้อมูล (ขั้นนิโรธ)</p>	<p>3. ใช้เทคนิคการแบ่งงานและการทำงานเป็นกลุ่มและเสนอวิธีการจัดบันทึกข้อมูล ผู้สอนอาจทำให้ผู้เรียนช่วยกันเสนอว่าจะบันทึกข้อมูลอย่างไร หรือช่วยกันออกแบบตารางบันทึกข้อมูล</p>

ขั้นตอนการสอน	เทคนิคสำคัญ
<p>4. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล(ขั้นมรรค)</p> <p>4.1 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสรุปได้ว่า ในบรรดาการทดลองหรือกระทำด้วยตัวเองหลายๆ อย่างนั้น บางอย่างก็แก้ปัญหาไม่ได้บางอย่างก็แก้ปัญหาได้ชัดเจน บางอย่างก็แก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน การแก้ปัญหาให้สำเร็จจะต้องทำอย่างไรแน่</p> <p>4.2 เมื่อลงข้อสรุปวิธีแก้ปัญหาได้แล้ว ให้ผู้เรียน ช่วยกันกำหนดแนวทางในการปฏิบัติและลงมือ ปฏิบัติตามแนวทางนั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนช่วยกันคิด วิธีการควบคุมและติดตามการปฏิบัติเมื่อแก้ไข ปัญหา</p>	<p>4.1 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และ เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้อ่านทบทวนไว้แล้วช่วยกันลง ข้อสรุปโดยผู้สอนช่วยเชื่อมโยง ความคิดของผู้เรียนแต่ละคน</p> <p>4.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น โดย ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ข้อมูลย้อนกลับทบทวน เสริมความสำคัญ สรุป เชื่อมโยงข้อคิดเห็นของผู้เรียนและบันทึกข้อมูลต่างๆบนกระดาน</p>

ขั้นตอนการสอนแบบ อริยสัจ 4 สามารถสรุปเป็นภาพประกอบได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสอนแบบ อริยสัจ 4

กระบวนการแก้ปัญหาตามหลักอริยสัจ 4 โดย สาโรช บัวศรี ท่านได้เสนอแนะการสอนไว้เป็นขั้นตอน ดังนี้ (ทิสนา เขมมณี. 2552: 300)

1. ขั้นกำหนดปัญหา (ขั้นทุกข์) คือ การให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน (ขั้นสมุทัย) คือ การให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองและเก็บข้อมูล (ขั้นนิโรธ) คือ การให้ผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์ และวิธีการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล (ขั้นมรรค) คือ การนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุป

2.4 แนวทางการสอนแบบอริยสัจ 4

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552: 64) ได้เสนอแนวทางการสอนแบบอริยสัจ 4 ดังนี้

1. เนื้อหาที่ใช้สอน
 - 1.1 สอนจากเรื่องง่ายๆ ก่อน จนนำไปสู่เรื่องที่ซับซ้อน มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันตามลำดับ
 - 1.2 ถ้าสิ่งที่สอนสามารถสาธิตด้วยของจริงได้ ควรสาธิตด้วยของจริงให้ผู้เรียนได้ดูได้เห็น และได้ฟังเอง
 - 1.3 สอนตรงเนื้อหา
 - 1.4 สอนเท่าที่จำเป็นพอเหมาะสำหรับให้เกิดความเข้าใจ
2. เกี่ยวกับตัวผู้เรียน
 - 2.1 จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสที่สามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 2.2 สอนโดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง
 - 2.3 การสอนต้องดำเนินไปสู่สิ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าตนเองกับผู้สอนมีบทบาทร่วมกันในการเรียน การอภิปรายเป็นการเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นโต้ตอบได้อย่างเสรี
 - 2.4 เอาใจใส่บุคคลที่ควรได้รับความสนใจพิเศษตามความเหมาะสม
3. การดำเนินการ
 - 3.1 สร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ปลอดโปร่ง เพลิดเพลิน ไม่ตึงเครียด ไม่ให้เกิดความอึดอัดใจ และให้เกียรติแก่ผู้เรียน จนเกิดความมั่นใจในตัวเอง
 - 3.2 สอนด้วยความตั้งใจและให้ความสำคัญในตัวผู้เรียน

สาโรช บัวศรี (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552: 163; อ้างอิงจาก สาโรช บัวศรี. 2528) กล่าวว่า การสอนแบบอริยสัจ 4 เป็นวิธีการที่ผู้เรียนได้ประสบและทราบวิธีการแก้ปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็น แก้ปัญหาด้วยตัวเอง ในปัจจุบันและอนาคตหากมีการใช้วิธีสอนเช่นนี้บ่อยๆ จะทำให้ผู้เรียนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น

เมื่อปัญหาอะไรเกิดขึ้นในชีวิตของคนจะไม่ตระหนกตกใจ สามารถแก้ปัญหาโดยทันที และการแก้ปัญหาที่คืบหน้า จำเป็นต้องอาศัยการตัดสินใจที่ดีด้วยแนวทาง ดังนี้

1. พิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นให้แน่ใจว่าเป็นปัญหาที่แท้จริง หรือเป็นเพียงผลของปัญหา
2. พยายามแสวงหาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปัญหานั้น
3. ให้ข้อเท็จจริงที่หาได้ พิจารณาตัวปัญหาอีกครั้งหนึ่ง อาจทำให้มองเห็นชัดเจนขึ้น
4. กำหนดวิธีการแก้ปัญหา ทั้งในระยะยาวและระยะสั้น
5. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด
6. วางแนวปฏิบัติที่เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ตกลงใจเลือก

การสอนแบบอริยสัจ 4 มีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ, 2545: 164)

1. หัวข้อปัญหา
2. ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
3. สรุปแนวทางการแก้ปัญหา

2.5 ประโยชน์ของการสอนแบบอริยสัจ 4

ข้อดีของการสอนแบบอริยสัจ 4 (สุวิทย์ คำมูล, 2545: 169)

1. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน เพราะผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าหาแนวทางและเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนได้ฝึกใช้ทักษะและกระบวนการต่างๆในการเรียนรู้

2.6 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอริยสัจ 4

เนื่องจากวิธีการสอนแบบอริยสัจ 4 เป็นวิธีสอนที่นักการศึกษาของไทยเป็นผู้คิดค้นขึ้น จึงยังไม่มีงานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยในประเทศ

บงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551: บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสกฐาวุฒิ มุลาอามาตย์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนตามแนวอริยสัจ 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผล

การศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนตามแนวอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนตามแนวอริยสัจ 4 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมใจ มีสมวิทย์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการสอนแบบอริยสัจ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการสอนแบบอริยสัจ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

3.1 ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549: 2) ได้กำหนดเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างสร้างสรรค์

จากความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์มีความมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนำไปใช้ในการดำรงชีวิต เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Processes) 8 กระบวนการ กระบวนการ ดังนี้ (สุวัฒน์ นียมคำ. 2531: 163 – 164)

ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skill) ประกอบด้วย

1. การสังเกต (Observing)
2. การวัด (Measuring)
3. การจัดประเภทสิ่งของ (Classifying)
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา (Space/Space and Space/Time Relationships)
5. การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ (Using Numbers)
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communicating)
7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
8. การพยากรณ์ (Predicting)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526: 1 – 6) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ประสมประสานกับความคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.1 บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ

หลายอย่าง

- 1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้
- 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 2.1 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะวัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

- 2.3 บอกวิธีและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 2.4 สามารถวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง
- 2.5 เลือกหน่วยที่แสดงปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม
- 2.6 บอกความหมายของเลขนัยสำคัญได้
3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง อาจใช้ความเหมือน ความต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง การจำแนกประเภทจะทำให้เข้าใจปัญหาและแนวทางในการตั้งสมมติฐานความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ
- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปส และสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/ Time Relationships) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่หรือกินที่อยู่ มีรูปร่างหรือลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูงความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ
- 4.1 บ่งชี้รูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้
- 4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบुरुป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่ง อยู่ในตำแหน่ง หรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
- 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 5.1 หาผลลัพธ์ของการบวกและการลบปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง
- 5.2 หาผลลัพธ์ของการคูณและการหารที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง
- 5.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 5.4 คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีค่าอุปสรรคประกอบด้วยหน่วยได้อย่างถูกต้อง

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดสอบ และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จำแนกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภาพ แผนภูมิ โดอะแกรมวงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น
- 6.5 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมาย

ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผัง แสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยการใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุปผลการทำนายจะถูกต้องหรือแม่นยำ เป็นผลมาจากการสังเกตอย่างละเอียดรอบคอบ และระมัดระวัง และการวัดที่ถูกต้องด้วยความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

- 8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้น จากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้น ภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณได้
- 8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้น ภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่ทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ายังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้หลังจากการทดลอง หาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

- 9.1 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้
- 9.2 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้
- 9.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐาน

ออกจากกันได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่จะทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

- 10.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้สามารถทดสอบหรือวัดได้
- 10.2 แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการได้
- 10.3 สามารถบ่งชี้ตัวแปรหรือคำที่ต้องการใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้น จริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิฉะนั้น อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลของการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

- 11.1 บ่งชี้ตัวแปรต่างๆ ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้
- 11.2 บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้
- 11.3 สร้างวิธีการทดสอบ หาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัวหรือหลายตัวก็ได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในกรทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง
เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสมมติฐาน
โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

12.3.2 ระบุวัสดุอุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.3 ปฏิบัติการทดลอง และอุปกรณ์ได้ถูกต้องคล่องแคล่ว และปลอดภัย

12.3.4 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มี
อยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะ
การสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่างๆ ได้

13.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ได้

3.3 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529: 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นคุณลักษณะ
รวมถึง ความรู้ ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือคือ มวลประสบการณ์
ที่พึงประสงค์ที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของ
สมรรถภาพสมอง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 295) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นพฤติกรรม
ที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะ
มีการเรียนรู้และเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ประหยัด แสงวิชัย (2544: 19) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม
หมายถึง ความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่วัดได้ 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้
ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากนิยามความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนวิชาเคมี สามารถวัดได้จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้น กับผู้เรียน หลังจากการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

บลูม และคณะ (ถ้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2545; อ้างอิงจาก Bloom; et al.) ได้ เสนอพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเป็นการเรียนรู้ ด้านความรู้ ความคิดที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมอง ที่มีระดับเริ่มต้น จากง่ายแล้วเพิ่มความซับซ้อนทีละน้อย จำแนกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้จำ (Knowledge) เป็นความสามารถในการระลึกนึกออกสิ่งใดที่ได้เรียนรู้มาแล้ว
2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความจากการสื่อความหมายต่างๆ ที่ได้พบเห็น
3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหา ในสถานการณ์ใหม่ๆ
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยๆ ของ เหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่า ประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็น ผลและที่เป็นไปอย่างนั้น อาศัยหลักการอะไร
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่ง มีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ แตกต่างไปจากเดิม
6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินลงข้อสรุป เกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิดเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่กำหนดให้

สุวิมล ตรีภานันท์ (2551: 45) กล่าวว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยมี 6 ชั้น ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง การจำเรื่องราวต่างๆ ได้ตั้งแต่ความจริง ย่อยๆ เฉพาะอย่างลงไปจนถึงการจำวิธีการ หลักการ ทฤษฎี โดยการระลึกสิ่งที่จำไว้ออกมา และถ่ายทอด ออกมาอย่างถูกต้อง
2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง การจับใจความเรื่องราวในการสื่อสาร โดยการแปลความ ตีความและขยายความ
3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง การนำเอาความรู้ความเข้าใจเรื่องหนึ่งๆ ไปใช้ อย่างถูกต้องในเงื่อนไขที่ใกล้เคียงหรือมีลักษณะทำนองเดียวกันหรือเหมือนกับเงื่อนไขของประสบการณ์ ที่ได้รับ โดยการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ได้ถูกต้องแก้ปัญหาด้วยความรู้ที่ได้รับอย่างเหมาะสม
4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การแยกแยะเรื่องราวต่างๆ ให้เห็นถึงองค์ประกอบ อย่างชัดเจนและแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบนั้น โดยการบอก เล่า หรือเขียนให้เห็น ถึงองค์ประกอบและระบุถึงลักษณะความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง การรวมเอาส่วนย่อยขึ้นมาเป็นสิ่งใหม่ที่มีลักษณะแตกต่างไปจากส่วนย่อยเหล่านั้น โดยการเรียบเรียง อธิบาย สร้างโครงสร้าง เขียนแผนภูมิของสิ่งใหม่ที่ได้มาพร้อมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การตัดสินคุณค่า ติราคา บอกถึงระดับของสิ่งต่างๆ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับมาเป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจ โดยการบอก อธิบาย ถึงการเปรียบเทียบสิ่งที่ต้องการพิจารณากับเกณฑ์ที่คัดเลือกมาใช้ในการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นถึงค่า หรือระดับของสิ่งนั้นได้อย่างเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับ

คลอฟเฟอร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 99 – 110; อ้างอิงจาก Klopfer) ได้กล่าวถึง การประเมินผล การเรียนด้านสติปัญญา หรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็น 6 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ
5. เจตคติและความสนใจ
6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ศศิ อนันต์โสภานิจิตร (2540: 72) ศึกษาผลการสอนด้วยการจัดกิจกรรมมูมูวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการจัดระบบสารสนเทศ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนได้รับการสอนด้วยการจัดมูมูวิทยาศาสตร์กับการสอนที่ไม่ได้จัดกิจกรรมมูมูวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 69) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

เดวิส (Davis. 1979: 416 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบกับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำราที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (อารี พันธุ์ณี. 2547: 155; อ้างอิงจาก Guilford. 1967) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นลักษณะความคิดนอกขนาน (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่มุมคิดได้กว้างไกล ลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่ความคิด การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วยความคิดนอกขนาน ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องตัว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

ทอร์เรนซ์ (อารี พันธุ์ณี. 2547: 154; อ้างอิงจาก Torrance. 1962) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ผลิตผลหรือสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน สิ่งต่างๆ เหล่านี้ อาจเกิดจากการรวบรวมเอาความรู้ต่างๆ ที่ได้จาประสบการณ์แล้ว รวบรวมความคิดเป็นสมมติฐานและทำการทดสอบสมมติฐานและรายงานผลที่ได้จากการค้นพบ

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546: 7) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถของสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม เรียกว่า ความคิดแบบนอกขนาน ทำให้ความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ รอบตัวเกิดการเรียนรู้ เข้าใจ จนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ เป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์อันจะนำไปสู่การประดิษฐ์หรือคิดค้นสิ่งแปลกใหม่หรือเพื่อการแก้ไขปัญหา โดยจะต้องอาศัยการบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา

พาสณา จุรัตน์ (2549: 8) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือปัญหาได้หลายทิศทาง คิดได้แปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบเดิมรวมทั้งสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ อันเป็นแนวทางไปสู่การค้นพบทฤษฎีและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีคุณค่า ทั้งต่อตนเองและประเทศชาติ

วีรเชียร เขียนมีสุข (2553: 18) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ การใช้ความรู้ ความคิด และประสาทสัมผัสที่มีอยู่ทั้งหมดมาสร้างขึ้นเป็นความคิดหรือแนวคิดใหม่

วนิช สุธารัตน์ (2547: 164) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากจินตนาการโดยมีลักษณะแตกต่างไปจากความคิดของบุคคลอื่น ความคิดสร้างสรรค์อาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์เดิม คือความรู้ ข้อมูลข่าวสาร การศึกษาเหตุผล และการใช้ปัญญาในการจัดสร้างรูปแบบของความคิดในรูปแบบใหม่ อาจแสดงออกมาเป็นรูปธรรมอย่างประจักษ์ชัดหรือมีลักษณะเป็นนามธรรมที่จะเป็นพื้นฐานให้มีความเชื่อมโยงจนเกิดความประจักษ์ชัดและก่อให้เกิดการค้นพบสิ่งใหม่ๆ ทำให้เกิดเป็นผลงานทางศิลปะและวิทยาการสาขาต่างๆ รวมทั้งผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นประโยชน์แก่สังคม ประเทศชาติและมนุษยชาติ

อารี พันธมณี (2537: 9) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะ อเนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิมผสมผสานกัน ให้เกิดสิ่งใหม่ รวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ มิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เห็นเหตุเป็นผลอย่างเดียวกันเท่านั้น หากแต่ ความคิด จินตนาการ ก็เป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายาม ที่จะสร้างความคิดฝัน หรือจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือที่เรียกว่าเป็นจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะ ทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

จากการศึกษาความหมายข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของ สมองที่คิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม ทำให้เกิดความคิดที่แปลกใหม่ไปจากเดิม เป็นความสามารถในการมองเห็น ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ รอบตัวเกิดการเรียนรู้ เข้าใจ จนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิง จินตนาการ เป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์อันนำไปสู่การประดิษฐ์หรือคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ หรือเพื่อการแก้ไขปัญหา จะต้องอาศัยการบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา

4.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (อารี พันธมณี, 2547: 159 – 162; อ้างอิงจาก Guilford, 1969) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ประการ คือ

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหา คำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและมีปริมาณมากในเวลาที่กำหนด แบ่งเป็น

1.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็น ความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกัน หรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็น ความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค และนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

1.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิด ในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด ความคล่องในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหา จะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ ถูกต้องตามที่ต้องการ

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบ ได้หลายประเภทและหลายทิศทาง แบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นได้ในทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถ ที่จะพยายามคิดได้หลายอย่างอย่างอิสระ เช่น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้ จะคิดได้ว่ามีประโยชน์ของ

ก่อนนิยามอะไรบ้าง หลายอย่างและคิดได้หลายทิศทาง ในขณะที่คนไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงอย่างเดียว หรือสองอย่างเท่านั้น

2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptability) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้ คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน ยกตัวอย่างเช่น

คำถาม ในเวลา 5 นาที ท่านลองคิดว่าท่านสามารถจะใช้หาทำอะไรได้บ้าง
คำตอบ กระบุง กระจาด ตะกร้า ก่องใส่ดินสอ กระจอมเก็บน้ำ เตียงนอน ตู้
โซฟา โต๊ะเครื่องแป้ง เก้าอี้นอนเล่น ตะกร้อ ชะลอม กรอบรูป กีบติดผม ค้ำไม้เทนนิส ค้ำไม้เบดมินตัน
นำคำตอบดังกล่าวมาจัดเป็นประเภทก็จะจัดได้ 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 เฟอร์นิเจอร์ คือ เตียงนอน ตู้ โต๊ะเครื่องแป้ง เก้าอี้นอนเล่น
โซฟา

ประเภทที่ 2 เครื่องใช้ คือ กระบุง กระจาด ตะกร้า กระจอมเก็บน้ำ

ประเภทที่ 3 เครื่องกีฬา คือ ตะกร้อ ค้ำไม้เทนนิส ค้ำไม้เบดมินตัน

ประเภทที่ 4 เครื่องประดับ คือ กรอบรูป กีบติดผม

ประเภทที่ 5 เครื่องเขียน คือ ก่องใส่ดินสอ

เห็นได้ว่า ความคิดยืดหยุ่นเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องแคล่ว มีความแปลกแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนหรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นเป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ คือ ได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ตลอดจนสามารถเตรียมทางเลือกไว้หลายๆ ทาง ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นความคิดเสริมคุณภาพให้ดีขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างไป จากความคิดธรรมดา เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จก็ได้แนวคิดมาจากการทำเครื่องบินร่อน เป็นต้น ความคิดริเริ่ม เป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิมและอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่ม จำเป็นต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มต้องอาศัยความคิดจินตนาการหรือที่เรียกว่า จินตนาการประยุกต์ คือ ไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องคิดสร้าง และหาทางทำให้เกิดผลงาน ตัวอย่างเช่น เคยมีผู้กล่าวว่า คนที่คิดอยากจะทำบินนั้นประหลาดและไม่มีทางเป็นไปได้ ต่อมาพี่น้องตระกูลไรท์ ก็สามารถคิดประดิษฐ์เครื่องบินได้สำเร็จ เป็นต้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้มีความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้นความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

เคลตัน (พาสนา จูร์ตัน. 2548: 57; อ้างอิงจาก Dalton. 1988) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ควรมีองค์ประกอบ 8 ประการ โดย 4 องค์ประกอบแรกเป็นความสามารถทางสติปัญญา และ 4 องค์ประกอบหลังเป็นความสามารถทางด้านจิตใจและความรู้สึก ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality)
2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
4. ความประณีต หรือความคิดละเอียดลออ (Elaboration)
5. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity)
6. ความสลับซับซ้อน (Complexity)
7. ความกล้าเสี่ยง (Risk-taking)
8. ความคิดคำนึงหรือจินตนาการ (Imagination)

4.3 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process) หมายถึง วิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ (อารี พันธุ์ณี. 2537: 9 – 11; อ้างอิงจาก Torrance. 1965) ได้ให้คำอธิบายว่า “เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น ต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ขึ้นต่อไปจึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป” ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรียกกระบวนการนี้ว่า “กระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ Creative Problem Solving”

กระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์แบ่งออกได้เป็นขั้นๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact - Finding) ในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึก กังวลใจ มีความสับสน วุ่นวาย เกิดขึ้นในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้ก็พยายามตั้งสติและพิจารณาว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem – Finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นการพบความจริงเมื่อพิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงสรุปว่า ความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวายในใจนั้นก็คือ การมีปัญหาเกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea – Finding) ขั้นนี้เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้น รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution – Finding) ขั้นนี้จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance – Finding) ขั้นนี้เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาได้สำเร็จได้อย่างไร การค้นพบนำไปสู่แนวคิดหรือสิ่งใหม่เรียกว่า New Challenges

วอลลาซ (พาสนา จุรัตน์. 2548: 63; อ้างอิงจาก Wallach. 1962) กล่าวว่า กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความคิดสิ่งใหม่ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and Error) และได้แบ่งขั้นตอนไว้เป็น 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมตัว (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำหรือแนวทางที่ถูกต้อง หรือข้อมูลระบุปัญหา หรือข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นความคิดคุกรุ่น หรือระยะฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความวุ่นวายของข้อมูลต่างๆ ทั้งใหม่และเก่า ปราศจากความเป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่สามารถจะขมวดความคิดนั้น จึงปล่อยความคิดไว้เฉยๆ หลังจากเราได้ผ่านขั้นการเตรียมตัว บางครั้งต้องอาศัยระยะเวลาในการฟักตัว เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ นักคิดสร้างสรรค์หลายคน เมื่อให้เขานึกถึงระยะเวลาที่สำคัญของการผลิตผลงานสร้างสรรค์ เขามักอ้างถึงระยะฟักตัวเสมอ

ขั้นที่ 3 ขั้นความคิดกระจ่างชัด (Illumination) เป็นขั้นที่ความคิดสับสนนั้น ได้ผ่านการเรียบเรียงและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่างๆ เข้าด้วยกันให้มีความกระจ่างชัด และจะมองเห็นภาพพจน์และมโนทัศน์ของความคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ใช้ความคิดทั้ง 3 ขั้นข้างต้นเพื่อพิสูจน์ว่าความคิดที่ได้เป็นความคิดที่เป็นจริงและถูกต้องหรือไม่

4.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2547: 42 – 50) กล่าวว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์มีอยู่หลายประการ ดังนี้

1. บุคคล บ้านและโรงเรียนมีอิทธิพลต่อการวางรากฐานของชีวิตในทุกๆ ด้าน ดังนั้น ผู้ที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล คือ พ่อ แม่ และครู ทอเรนซ์ (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ 2547: 44; อ้างอิงจาก Torrance. 1965) ได้เสนอแนวทางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการเรียนการสอน โดยเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนไว้ว่า ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้เด็กถาม โดยครูควรให้ความสนใจต่อคำถามเหล่านั้น และกระตุ้นให้เด็กรู้จักค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองเมื่อเด็กตั้งคำถามหรือแสดงความคิดเห็น แม้จะแปลกหรือเป็นไปได้ครูควรรับฟังด้วยความสนใจโดยไม่ด่วนประเมิน เพราะจะเป็นการลิดรอนหรือทำให้จินตนาการเด็กหยุดชะงัก นอกจากนั้นยังควรส่งเสริมให้เด็กได้ใช้จินตนาการ

และกล่าวชมเชยเมื่อเด็กแสดงความคิดเห็นที่มีคุณค่าหรือสร้างสรรค์ เพื่อให้เด็กรู้สึกภาคภูมิใจและพร้อมจะทำสิ่งต่างๆ ด้วยความเชื่อมั่น

2. สภาพแวดล้อมและสังคม โรเจอร์ (ชาลนอร์ค พรูจโรจน์ (2547: 44 – 45; อ้างอิงจาก Roger. 1959) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ภาวะที่บุคคลรู้สึกปลอดภัย (Psychological Safety) คือ รู้สึกว่า ตัวเองมีคุณค่าและได้รับการยอมรับ รวมทั้งภาวะที่มีเสรีภาพในการแสดงออก (Psychological freedom) ภาวะทั้งสองประการดังกล่าวสามารถอธิบายได้ ดังนี้

2.1 ความรู้สึกปลอดภัยทางจิต พ่อแม่และครูสามารถสร้างความรู้สึกปลอดภัยทางจิตได้ โดยยอมรับความสามารถของเด็กแต่ละคนโดยไม่พยายามประเมินหรือเปรียบเทียบ เพราะจะทำให้เด็กรู้สึกว่า ตนเองด้อย แต่สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เด็กรู้สึกปลอดภัย อบอุ่น และมีความมั่นคงทางอารมณ์

2.2 ความเป็นอิสระทางจิต สามารถส่งเสริมได้ด้วยการเปิดโอกาสให้มีการแสดงออกอย่างอิสระทั้งความคิด ความรู้สึก และการกระทำแสดงถึงความเป็นตัวของตัวเอง อันจะนำไปสู่การทดลองและริเริ่มกระทำและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ นอกจากนี้บรรยากาศในครอบครัวและโรงเรียนแล้ว บรรยากาศโดยทั่วไปในสังคมก็มีส่วนสนับสนุนหรือลดทอนความคิดสร้างสรรค์ได้เช่นกัน สภาพสังคมที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ต้องเป็นสังคมที่มุ่งเน้นความร่วมมือกันมากกว่าแข่งขัน เพราะการแข่งขันนำไปสู่ความเครียด การเปรียบเทียบ การกีดกัน และความเห็นแก่ตัวแต่สังคมที่มีบรรยากาศของความร่วมมือจะเป็นสังคมที่เข้มแข็ง มีศักยภาพในการพัฒนาสูง เพราะสามารถนำความรู้ ความคิด และความเชี่ยวชาญที่หลากหลายของแต่ละบุคคลมารวมคิดร่วมสร้าง เพื่อรังสรรค์สิ่งใหม่ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อสังคมโดยรวมได้ดีกว่าต่างฝ่ายต่างกระทำโดยปราศจากการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน

3. ลักษณะนิสัยที่พึงปรารถนา ทฤษฎีของกิลฟอร์ด เสนอว่า ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความละเอียดลออในการคิดเป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น แต่เมื่อมีความคิดสร้างสรรค์ใดๆ เกิดขึ้นแล้ว การที่จะดำเนินไปสู่ความสำเร็จ หรือการนำความคิดสร้างสรรค์นั้นไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง ต้องอาศัยนิสัยหรือคุณธรรมอื่นๆ อีกหลายประการดังต่อไปนี้

3.1 จินตนาการ (Imagination) จินตนาการเป็นความคิดที่กว้างขวาง ไม่มีขอบเขต ความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่จำเป็นต้องใช้จินตนาการในการริเริ่ม จะช่วยให้ค้นพบสิ่งที่ไม่เคยมีมาก่อน

3.2 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement) การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ จนกว่าจะประสบความสำเร็จ อาจจะต้องมีอุปสรรคมาขัดขวาง การที่บุคคลมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จะช่วยให้บุคคลสามารถฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่คิดสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ได้ จนประสบผลสำเร็จหรือบรรลุเป้าหมาย

3.3 ทศนคติ (Attitude) ทศนคติเชิงบวกเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยผลักดันให้บุคคลมีท่าทีต่อสิ่งต่างๆ ในทางที่ดีหรือในทางสนับสนุนอันจะเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ในทางกลับกันทศนคติเชิงลบอาจเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ได้

3.4 อัตมโนทัศน์ (Self Concept) หรือความคิดรวบยอดเกี่ยวกับตัวเอง อัตมโนทัศน์ในแง่บวกและการรับรู้ความสามารถตัวเองจึงเป็นปัจจัยที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์

3.5 ความคิดเชื่อมโยงหรือการโยงสัมพันธ์ เมื่อความคิดหนึ่งเกิดขึ้นก็จะเป็นสะพานเชื่อมให้เกิดความคิดอื่นๆ ตามมา เป็นความคิดที่เน้นการเชื่อมโยงสรรพสิ่งว่า เป็นปัจจัยที่กระทบซึ่งกันและกัน โดยเชื่อว่า การคิดเช่นนี้จะช่วยให้เห็นภาพรวมทั้งหมดว่า เรื่องนี้สัมพันธ์กับเรื่องใดบ้างอันจะนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีความรับผิดชอบต่องังคมโดยรวม

4.5 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้ ทอเรนซ์ (อารี พันธมณี. 2546: 164; อ้างอิงจาก Torrance. 1962) ได้ศึกษาบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง พบว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงเป็นคนที่มีความคิดแปลกไปจากบุคคลอื่น มีผลงานไม่ซ้ำแบบใคร

คروฟเลย์ (พาสนา จุลรัตน์. 2548: 67; อ้างอิงจาก Cropley. 1966) กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. มีประสบการณ์ที่กว้างขวาง (Procession of wide categories)
2. เต็มใจและพร้อมที่จะก้าวไปข้างหน้า (Willingness to have a go)
3. เต็มใจและพร้อมที่จะเสี่ยง (Willingness to take risks)
4. สามารถที่จะยืดหยุ่นความคิดได้อย่างคล่องแคล่วในระดับสูง

ประสาธ อิศรปริดา (พาสนา จุลรัตน์ 2548: 68; อ้างอิงจาก ประสาธ อิศรปริดา. 2538) กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. มีความไวในการรับรู้สิ่งรอบตัว มีประสาทสัมผัสดี สามารถรับรู้สิ่งต่างๆ โดยที่คนทั่วไปมองไม่เห็น
2. มีอิสระในการตัดสินใจหรือพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง โดยไม่สนใจว่าสิ่งที่ตนตัดสินใจนั้น จะแตกต่างจากคนส่วนใหญ่หรือไม่
3. มีความยืดหยุ่นทางความคิด สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ใหม่ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว มีการมองปัญหาในหลายแง่หลายมุม มากกว่าการยึดอยู่กับแง่มุมใดแง่มุมหนึ่ง
4. มีความใจกว้าง อดทนต่อภาวะปัญหาและความไม่แน่นอน แม้ว่าจะเผชิญกับภาวะกดดันต่างๆ ในการแสวงหาคำตอบแนวทางในการแก้ปัญหา
5. มีความสามารถเชิงนามธรรม โดยเป็นผู้มีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและความเข้าใจความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

อารี พันธุ์ณี (2537: 69) สรุปลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. อยากรู้อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้สูงเป็นนิจ
2. ชอบเสาะแสวงหา สืบรวจ ศึกษาค้นคว้าและทดลอง
3. ชอบซักถามและถามคำถามแปลกๆ
4. ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้ลึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลกผิดปกติ หรือช่องว่างที่ขาดหายไปได้ง่ายและรวดเร็ว
6. ชอบแสดงออกมากกว่าจะเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดจะถามหรือพยายามหาคำตอบ โดยไม่รีรอ
7. อารมณ์ขัน มองสิ่งต่างๆ ในแง่มุมที่แปลกและสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
8. สมารถคิดในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานกับการใช้ความคิด
10. สนใจสิ่งต่างๆ อย่างกว้างขวาง
11. มีความเป็นตัวของตัวเอง

4.6 พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กระดับมัธยมศึกษา

แม้ว่าพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ในระดับมัธยม ได้รับความสนใจน้อย แต่เท่าที่ศึกษาพบว่า จินตนาการของเด็กลดลงในระหว่างที่เด็กเรียนอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมปีที่ 1 จนถึงมัธยมปีที่ 2 และจะพัฒนาจนถึงจนจบมัธยมปีที่ 6 (อารี พันธุ์ณี, 2537: 61 – 63)

ยามาโมโต (อารี พันธุ์ณี, 2537: 61; อ้างอิงจาก Yamamoto, 1960) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบทดสอบของมหาวิทยาลัยมินนิโซตา พบว่า ความคิดสร้างสรรค์จะลดลงระหว่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมปีที่ 1 ต่อจากนั้นก็ค่อยๆ เพิ่มขึ้น และจะค่อยลดต่ำลงเล็กน้อยในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 The Union College Character Research ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กระหว่างอายุ 12 – 18 ปี สรุปผลได้ ดังนี้

อายุ 12 – 14 ปี เด็กต้องการเรียนรู้และมีโอกาสที่จะเลือกและทดลองทำอาชีพที่สนใจ เพื่อเป็นการเตรียมตัวล่วงหน้า แม้ว่าในอนาคตเขาจะเปลี่ยนอาชีพใหม่ ระยะเวลาเด็กควรได้รับประสบการณ์ในการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ และดำเนินการในเรื่องที่ได้ตัดสินใจแล้วให้ตลอด เด็กควรได้รับการฝึกให้รู้จักการวางแผนงานที่น่าท้าทาย และให้รู้จักยอมรับและยกย่องเพื่อนๆ และแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

อายุ 14 – 16 ปี ในช่วงนี้การจินตนาการของเด็กส่วนมากจะเกี่ยวกับอาชีพที่เด็กมุ่งหวัง ในอนาคต ทั้งเด็กหญิงและเด็กชายยังคงชอบการผจญภัย ความสนใจ ทักษะของเด็กพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว แม้ไม่คงที่นัก เด็กจะยังไม่เรียนรู้ว่าตนจะนำหลักการต่างๆ ไปประยุกต์อย่างสร้างสรรค์ได้อย่างไรแต่จะเรียนรู้ว่าสิ่งใดถูกสิ่งใดผิด

อายุ 16 – 18 ปี เด็กต้องการที่จะใช้จินตนาการของตนอย่างเต็มที่ เด็กมักจะจินตนาการเกี่ยวกับคนในแง่ดี มีความทะเยอทะยาน ความสนใจของเด็กมั่นคงพอที่จะกำหนดเกี่ยวกับทัศนคติที่สำคัญของเขา เด็กมีความสามารถที่จะคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นามธรรม และถ่ายทอดความคิดไปสู่ประสบการณ์เฉพาะได้ เด็กสามารถเรียนรู้การใช้อารมณ์อย่างสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาและสามารถทำงานร่วมกับกลุ่มอย่างแข็งขัน

4.7 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

เจอร์ซิดต์ (พาสนา จูร์ตัน. 2548: 102; อ้างอิงจาก Jersild. 1992) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อการเรียนที่ส่งเสริมผู้เรียนในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ส่งเสริมสุนทรียภาพ ผู้เรียนจะชื่นชมและมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งต่างๆ ที่เขาคิดขึ้นมา ผู้สอนควรทำเป็นตัวอย่าง โดยการยอมรับและชื่นชมผลงานของผู้เรียน การพัฒนาสุนทรียภาพแก่ผู้เรียนโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นว่า ผลงานที่ผู้เรียนคิดหรือสร้างขึ้นมา มีความหมายสำหรับตัวเขา และส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตสิ่งที่แปลกจากสิ่งธรรมดา ให้ได้ยินในสิ่งที่ไม่เคยได้ยิน และหัดให้ผู้เรียนสนใจในสิ่งต่างๆ รอบตัว
2. เป็นการผ่อนคลายอารมณ์ การทำงานอย่างสร้างสรรค์ เป็นการผ่อนคลายอารมณ์ ลดความกดดัน ความคับข้องใจ และลดความก้าวร้าว
3. สร้างนิสัยในการทำงานที่ดี ในขณะที่ผู้เรียนทำงาน ผู้สอนควรสอนระเบียบ และนิสัยที่ดีในการทำงานควบคู่ไปด้วย เช่น หัดให้ผู้เรียนเก็บสิ่งของให้เป็นที่เป็นที่ และล้างมือเมื่อทำงานเสร็จ
4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และทดลอง ผู้เรียนส่วนใหญ่ชอบทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เขาได้ใช้จินตนาการในการสร้างสิ่งใหม่ๆ ดังนั้นผู้สอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการของเขาในการพัฒนาการทดลอง เช่น ฝึกให้ผู้เรียนสมมติตนว่าเป็นนักก่อสร้างหรือสถาปนิกความสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อาจแบ่งได้ 4 ระดับ (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546: 27 – 40)
5. ความสำคัญต่อมวลมนุษยชาติ หากมนุษย์ไม่มีความคิดสร้างสรรค์คงดำเนินชีวิตอย่างซ้ำซาก จำเจ ไม่มีความแตกต่างกับสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น พืชและสัตว์ ขาดความสามารถในการคิด และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือมนุษย์ก็คงไม่อาจดำรงชีวิตและสืบพันธุ์ได้
6. ความสำคัญต่อประเทศชาติ ประเทศใดมีบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นจำนวนมาก นับได้ว่า มีทรัพยากรบุคคลที่มีคุณค่าและมีความสำคัญต่อประเทศชาติของตนให้เกิดการพัฒนาและเจริญก้าวหน้าไปได้ทุกๆ ด้าน
7. ความสำคัญต่อองค์กร ภายใต้อสภาพที่ไม่มีความแน่นอนทางเศรษฐกิจ ธุรกิจจะอยู่รอดได้ต้องมีการพัฒนาสินค้าหรือบริการใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา เมื่อก้าวถึงเครื่องมือที่สำคัญ ความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

8. ความสำคัญต่อปัจเจกบุคคล ปัจเจกบุคคลเป็นแหล่งกำเนิดความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ก่อให้เกิดผลสำเร็จของแต่ละบุคคล การคิดเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญ ความคิดสร้างสรรค์จะช่วยยกระดับความสามารถ ความอดทน และความคิดริเริ่มของบุคคล

4.8 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์ (วนิช สุธารัตน์. 2547: 213; อ้างอิงจาก ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์. 2541) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์คือ คุณลักษณะของมนุษย์ที่สำแดงออกในรูปของการคิดค้นที่นำไปสู่ผลผลิตทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม เพื่อประโยชน์ของมนุษยชาติ โดยใช้สมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน

พิลท์ซ และ ซันด์ (Piltz; & Sund. 1974: 4) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เน้นถึงความคิดริเริ่มโดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิด เพื่อให้ได้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่ มีศิลปะ นอกจากนี้บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรจะสามารถ คือ

1. ความสามารถในการจดจำปัญหา
2. ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่
3. ความสามารถในการจัดระเบียบความคิด
4. ความสามารถในการประเมินผล

4.9 บทบาทของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดและกระบวนการในการส่งเสริมหรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม สรุปได้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552)

1. ให้นักเรียนได้คิดสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ได้แสดงความคิดโดยอิสระ ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าตอบทุกอย่างที่คิด โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินค่า เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ได้แย้ง แสดงเหตุผล
2. ส่งเสริมให้นักเรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียน
3. กระตุ้นหรือรื้อฟื้นต่อคำถามที่แปลกๆ ของนักเรียน โดยการตอบอย่างมีชีวิตชีวา หรือชี้แนะให้หาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง
4. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
5. แสดงและเน้นให้เห็นว่า ความคิดของนักเรียนมีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

6. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิจารณญาณของตนเอง และยกย่องชมเชย เมื่อนักเรียนมีจินตนาการแปลกกว่าผู้อื่น

7. ใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นช่วยและเร้าความรู้สึกนึกคิด ให้ชวนคิด ให้ได้ความหมายที่ลึกซึ้งสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

8. ครูควรมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความรอบรู้ และเป็นแหล่งความรู้ กระตือรือร้นสนใจศึกษาค้นคว้าอยู่เสมอ นำเทคนิควิธีการสอนแปลกๆใหม่ๆมาทดลอง สามารถชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

9. ใจกว้างที่จะยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่แตกต่างจากของตน

10. พึงระลึกเสมอว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาและค่อยเป็นค่อยไป

นอกจากนี้ ครูควรจัดบรรยากาศการส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชุมพล พัฒนสุวรรณ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2553: 119; อ้างอิงจาก ชุมพล พัฒนสุวรรณ. 2532) กล่าวถึง การส่งเสริมบรรยากาศเชิงริเริ่มในชั้นเรียนไว้ ดังนี้

1. สนับสนุนการตอบหรือแนวความคิดที่ไม่ธรรมดา หรือความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากแนวความคิดเดิมของคนทั่วไป

2. ใช้ข้อผิดพลาดของการตอบ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ยอมรับกัน

3. ปรับกระบวนการสอนในชั้นเรียน ให้สอดคล้องกับความสนใจและแนวคิดของนักเรียน

4. ปล่อยให้เวลานักเรียน ในการคิดและค้นหาแนวคิดใหม่ๆ

5. สร้างบรรยากาศแห่งการยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทั้งระหว่างนักเรียนด้วยกันและระหว่างนักเรียนกับครู

4.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

งานวิจัยต่างประเทศ

คาร์โรล และ โนเอล (Carroll; & Noel. 1991: 214) ได้ทำการวิจัยโดยใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดและการสร้างสรรค์ของนักเรียน แล้วได้ดำเนินการสอนคณิตศาสตร์กับนักเรียนเพื่อเปรียบเทียบความฉลาดและการสร้างสรรค์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 48 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามคะแนนความฉลาดและคะแนนการสร้างสรรค์ที่ได้ทดสอบในครั้งแรก ซึ่งวัดจากการแก้ปัญหาการใช้จินตนาการ และหลังการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์สูงสุดเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มของนักเรียนที่มีความฉลาดสูงและกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง

อัลเวส (Alrwais. 2000: Online) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ระดับชั้นของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชาย

โรงเรียนในอำเภอ Riyadh ประเทศซาอุดีอาระเบีย จำนวน 245 คน ผลการวิจัย พบว่า ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดคือ ทักษะคิดของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ความคิดสร้างสรรค์ และระดับชั้นของนักเรียน และผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนว่า ควรให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์และทักษะคิดในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นในยุคศาสตร์การเรียนการสอน

งานวิจัยในประเทศ

กิติภูมิ เลิศกิตติกุล โยธิน (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุพบา ศาสกร (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของ กิลฟอร์ด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของ กิลฟอร์ด แล้วมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริอร ไข่มุกพิริตน์ (2527: 50) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกแบบรายบุคคล พบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกแบบรายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน แตกต่างจากกลุ่มที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ แต่กลุ่มที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและการฝึกแบบรายบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านไม่แตกต่างกัน

จากเอกสารและงานวิจัย จะเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดในตัวผู้เรียนได้ แต่ต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสภาพการเรียน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
4. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การดำเนินการทดลอง
7. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 10 ห้อง รวม 501 คน แต่ละห้องจัดนักเรียนคละกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 รวมจำนวนนักเรียน 60 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียนแล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสูตรคณิต จำนวน 30 คน

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 จำนวน 30 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมี มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง ดำเนินการวิจัยในภาคที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ใช้ เวลา 16 คาบๆ ละ 50 นาที

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลอง Randomized Control Group Pretest-Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 377) มีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

การกำหนดเข้ากลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
(R)E	T1E	X	T2E
(R)C	T1C	-	T2C

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

(R) E	แทน	กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม
(R) C	แทน	กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4
T1E	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง
T1C	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม
T2E	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง
T2C	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม
X	แทน	การสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม
-	แทน	การสอนแบบอริยสัจ 4

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมี มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

1.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียน โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

1.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และหน่วยการเรียนรู้ สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมี มวลของสาร ในปฏิกิริยาเคมี

1.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 คาบ ประกอบด้วยรายละเอียด คือ

1.5.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.2 สาระการเรียนรู้

1.5.3 การสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยม คือ

1.5.3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่กระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียนและความอยากรู้อยากเห็น

1.5.3.2 ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ

1.5.3.3 ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอผลที่เกิดจากการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

1.5.3.4 ขั้นขยายมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบว่านักเรียนสามารถประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ได้หรือไม่ โดยตั้งคำถามใหม่เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติ

1.5.3.5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูใช้เทคนิคการสังเกตหรือตั้งคำถามหรือใช้แบบวัดหรือแบบฝึกเพื่อหาหลักฐานการเรียนรู้ว่านักเรียนเกิดการพัฒนา

1.5.4 สื่อการเรียนการสอน

1.5.5 การวัดผลประเมินผล

1.5.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรคณนิยม และเอกสารประกอบการเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาและกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ กับ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

1.5.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรคณนิยมที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง $E_1/E_2 = 80/80$ มีค่าเท่ากับ 80.3/82.10

1.5.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการวิจัยต่อไป

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้น ที่ 4 สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมี มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

2.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

2.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และหน่วยการเรียนรู้ สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมี มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

2.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา

2.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 คาบ ประกอบด้วยรายละเอียด คือ

2.5.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.5.2 สาระการเรียนรู้

2.5.3 การสอนแบบอริยสัจ 4 คือ

2.5.3.1 ขั้นทุกข์ (ปัญหา) เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหา ให้นักเรียนพิจารณาอย่างรอบคอบ และพยายามกำหนดขอบเขตของปัญหา นักเรียนจะต้องคิดแก้ไขให้จงได้

2.5.3.2 ขั้นสมุทัย (สาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน) ครูให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ด้วยตัวเองว่า สาเหตุของปัญหาที่ยกขึ้นมานั้น มีอะไรบ้าง

2.5.3.3 ขั้นนิโรธ (ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล) ครูให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหามาตามสาเหตุที่ได้ค้นพบ

2.5.3.4 ขั้นมรรค (ขั้นวิเคราะห์ และสรุปผล) ครูให้นักเรียนสรุปผลจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติว่าได้ค้นพบคำตอบของปัญหา หรือกฎเกณฑ์อะไรบ้าง

2.5.4 สื่อการเรียนการสอน

2.5.5 การวัดผลประเมินผล

2.5.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างรูปแบบการสอนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไปพบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

2.5.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่คาดหวัง $E1/E2=80/80$ มีค่าเท่ากับ $80.1/81.14$

2.5.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยต่อไป

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมนียมกับการสอนแบบอริยสัจ 4

การสอนตามทฤษฎีธรรมนียม	การสอนแบบอริยสัจ 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่กระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียนและความอยากรู้อยากเห็น 2. ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ 3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอผลที่เกิดจากการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ได้อีก เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น 4. ขั้นขยายมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบว่านักเรียนสามารถประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ได้หรือไม่ โดยตั้งคำถามใหม่เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติ 5. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูใช้เทคนิคการสังเกตหรือตั้งคำถามหรือใช้แบบวัดหรือแบบฝึกเพื่อหาหลักฐานการเรียนรู้ว่านักเรียนเกิดการ พัฒนา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นทุกข์ คือ ปัญหา ครูนำเสนอปัญหาให้นักเรียนพิจารณาอย่างรอบคอบ และพยายาม กำหนดขอบเขตของปัญหา นักเรียนจะต้องคิดแก้ไขให้จงได้ 2. ขั้นสมุทัย คือ สาเหตุของปัญหานั้น ตั้งสมมติฐาน ครูให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ด้วยตัวเองว่า สาเหตุของปัญหาที่ยกขึ้นมานั้น มีอะไรบ้าง 3. ขั้นนิโรธ คือ ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล ครูให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามสาเหตุที่ได้ค้นพบ 4. ขั้นมรรค คือ ขั้นวิเคราะห์ และสรุปผล ครูให้นักเรียนสรุปผลจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติว่าได้ค้นพบคำตอบของปัญหา หรือกฎเกณฑ์อะไรบ้าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมี มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี จาก หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบวิชาเคมี แบ่งพฤติกรรมด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี สมการเคมี มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 – 1.00

3.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 100 คน

3.7 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.7.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Chung Teh Fan, 1952: 6 – 32)

3.7.2 คัดเลือกข้อทดสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้น ไปพบว่า มีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.22-0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.27 – 0.71 คัดเลือกไว้ 30 ข้อ

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ, 2538: 197 – 198) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70

3.9 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยต่อไป

4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4.1 การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

4.2 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

4.3 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 – 1.00

4.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 100 คน

4.5 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยกำหนดวิธีการให้คะแนนโดยดัดแปลงมาจากของ ทอเรนซ์ (สุภาวดี ตั้งบุษผา. 2533: 76 – 77; อ้างอิงจาก Torrance. 1969) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ มีวิธีการตรวจให้คะแนน ดังนี้

1. การให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว พิจารณาจากจำนวนข้อมูลที่ใช้ในตาราง และได้คำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนข้อมูลที่ใช้ในตารางข้อละ 1 คะแนนตามปริมาณข้อมูลในตารางที่ไม่ซ้ำกันของข้อสอบในแต่ละข้อ

2. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนโจทย์ที่นักเรียนสามารถสร้างในแต่ละข้อ โดยจะจัดกลุ่มหรือประเภทของข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนตามข้อสอบในแต่ละข้อโดยให้คะแนนเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

3. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของข้อมูลของนักเรียนทั้งหมดที่ใช้เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น คะแนนความคิดริเริ่ม จะพิจารณาจากการใช้ข้อมูลของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน โดยการพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของความถี่ของคำตอบของผู้เข้าสอบทั้งหมด จะตรวจสอบว่า แต่ละข้อมูลที่ใช้มีนักเรียนตอบซ้ำกันมากน้อยแค่ไหน ถ้าข้อมูลใดมีผู้ใช้ข้อมูลซ้ำกันมากเกินไปก็จะได้คะแนน ถ้ามีผู้ใช้ข้อมูลนั้นน้อยเท่าใดคำตอบนั้นก็จะได้คะแนนมาก โดยเกณฑ์การให้คะแนนยึดหลัก ดังนี้

การให้คะแนนความคิดริเริ่มของทอเรนซ์

คำตอบซ้ำ	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6-11 %	1
3-5%	2
2 %	3
ไม่เกิน 1 %	4

เมื่อตรวจสอบคะแนนเรียบร้อยแล้ว ปรากฏว่า แบบทดสอบทุกข้อสามารถตรวจหาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วย ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มได้

4.6 หากค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างเป็นรายข้อ โดยใช้วิธีของวิทเนย์ และซาเบอร์ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.47-0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.27 – 0.49

4.7 หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัก (ถ้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 200) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

4.8 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยต่อไป

การดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาจำนวน 2 ห้อง จากห้องเรียน 10 ห้อง และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง สองกลุ่มในเนื้อหา เดียวกัน ใช้เวลาสอนเท่ากัน กลุ่มละ 16 คาบ โดย

กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์นิยม

กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for Independent Sample ในรูป Difference Score

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยม โดยใช้ t – test for dependent Sample

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for Dependent Sample

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for Independent Sample ในรูป Difference Score เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยม โดยใช้ t – test for dependent Sample

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for dependent Sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 79)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ดัชนีวัดความสอดคล้อง (*IOC*) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2539: 248 – 249)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (G) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27% ของจุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6 – 32)

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR – 20 (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 197 – 198)

$$\gamma_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	γ_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั้น คือสัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด

q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ คือ $1 - p$
S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

2.4 การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร วิทเนย์ และซาเบอร์ (ลิวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2539: 199 – 200)

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

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.5 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ แบบทดสอบอัตนัย โดยใช้วิธีของ วิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) (ลิวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2539: 119 – 201)

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

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัก (ลิวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 200)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.7 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (สูตรกรม สอนเดือน. 2548: 13)

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนของแบบฝึกหัดหรืองาน
	A	แทน	คะแนนของแบบฝึกหัดหรืองานทุกชิ้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	คะแนนของแบบฝึกหัดหรืองาน
	A	แทน	คะแนนของแบบฝึกหัดหรืองานทุกชิ้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 2, 3, 5 และ 6 เพื่อหาความแตกต่างของค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยใช้ t-test for dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 165 – 166)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t-distribution
	D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 4 เพื่อหาความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test for dependent Sample ในรูป Difference Score (Scott. 1967: 264) มีสูตร ดังนี้

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

และ

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
	MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม
D_1	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง
D_2	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
$S_{MD^1-MD^2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม
\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับการทดสอบก่อนเรียน
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงที (t-distribution)
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for Independent Sample ในรูป Difference Score
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยมโดยใช้ t – test for dependent Sample
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for dependent Sample
4. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for Independent Sample ในรูป Difference Score
5. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยมโดยใช้ t – test for dependent Sample

6. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for dependent Sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิคมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for Independent Sample ในรูป Difference Score

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
			\bar{X}	S	\bar{X}	S			
กลุ่มทดลอง	30	30	3.67	0.76	24.03	2.31	20.37	0.06	1.50
กลุ่มควบคุม	30	30	3.40	0.81	22.93	2.41	19.53		

จากตาราง 3 พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทฤษฎีสรคณิคม ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็น 3.67 และ 0.76 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็น 24.03 และ 2.31 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็น 3.40 และ 0.81 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็น 22.93 และ 2.41 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 20.37 และ 19.53 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลอง คือนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทฤษฎีสรคณิคม และกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม โดยใช้ t – test for dependent Sample

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	SD	t
ก่อนเรียน	30	3.67	0.76	50.959**
หลังเรียน	30	24.03	2.31	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคมก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็น 3.67 และ 0.76 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็น 24.03 และ 2.31 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนกับก่อนเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคมพบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัง 4 โดยใช้ t – test for dependent Sample

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัง 4

กลุ่มควบคุม	n	\bar{X}	SD	t
ก่อนเรียน	30	3.40	0.81	50.257**
หลังเรียน	30	22.93	2.41	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็น 3.40 และ 0.81 ตามลำดับและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็น 22.93 และ 2.41 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนกับก่อนเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิคมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for Independent Sample ในรูป Difference Score

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
		\bar{X}	S	\bar{X}	S			
กลุ่มทดลอง	30	10.83	1.39	24.03	2.31	13.20	0.85	3.18
กลุ่มควบคุม	30	8.93	1.72	20.73	2.36	11.80		

จากตาราง 6 พบว่า กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทฤษฎีสรคณิคม ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 10.83 และ 1.39 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 24.03 และ 2.31 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 8.93 และ 1.72 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 20.73 และ 2.36 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 13.20 และ 11.80 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลอง คือนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ

ทฤษฎีสรณนิคม และกลุ่มควบคุม คือนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม โดยใช้ t – test for dependent Sample

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	SD	t
ก่อนเรียน	30	10.83	1.39	34.585**
หลังเรียน	30	24.03	2.31	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 10.83 และ 1.39 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 24.03 และ 2.31 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิคม พบว่ามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

6. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t – test for dependent Sample

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4

กลุ่มควบคุม	<i>n</i>	\bar{X}	SD	t
ก่อนเรียน	30	8.93	1.72	52.00**
หลังเรียน	30	20.73	2.36	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 8.93 และ 1.72 ตามลำดับและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 20.73 และ 2.36 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 พบว่า มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 6

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบทฤษฎี สรรคนิยมและการสอนแบบอริยสัจ 4

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง การสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง การสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม
6. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียนหลังได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการสอนแนวทฤษฎีสรรคณิคมกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคณิคมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 501 คน โดยแต่ละห้องจัดนักเรียนความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้น ที่ 4 โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคณิคม จำนวน 30 คน

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบทฤษฎีสรรคณิคม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

การดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาจำนวน 2 ห้อง จากห้องเรียน 10 ห้อง และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกันใช้เวลาในการสอนเท่ากันกลุ่มละ 16 คาบ โดย

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบทฤษฎีสรรคินิยม

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคินิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t - test for Independent Sample ในรูป Difference Score

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคินิยม โดยใช้ t - test for dependent Sample

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t - test for Dependent Sample

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคินิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t - test for Independent Sample ในรูป Difference Score

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคินิยม โดยใช้ t - test for dependent Sample

6. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้ t - test for Dependent Sample

สรุปผล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมและการสอนแบบอริยสัจ 4 สรุปผลได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมกับการสอนแบบอริยสัจ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมและการสอนแบบอริยสัจ 4 อภิปรายผล ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมและการสอนแบบอริยสัจ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ ดังนี้

การสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมเป็นกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่ในตัวเองแต่ละบุคคล จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็น การเรียนรู้สิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนการสอนฝึกประสบการณ์ในการสังเกต การคิด และนำมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของแต่ละคนและจากการแสวงหาความรู้จากข้อมูล การสนทนา การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ของผู้เรียนในกลุ่ม ทำให้ช่วยขยายโครงสร้างความรู้ให้กว้างขึ้น สอดคล้องกับความคิดเห็นของ ยีน เพียเจต์ (Jean, Piaget. 1964: 177) ที่ว่าคนเราเรียนรู้โดย

กระบวนการของการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ด้วยกระบวนการสู่สภาวะสมดุล ประกอบด้วยกลไกพื้นฐานสองอย่าง คือ การดูซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้าง การดูซึมเข้าสู่โครงสร้างความสามารถในการตีความ หรือการรับเอาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้ามารวมไว้ในโครงการทางปัญญาที่มีอยู่ หรือการปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ส่วนการปรับโครงสร้างเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงหรือขยายโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม และ ออซูเบล (Ausubel, 1963: 152) กล่าวว่า โครงสร้างส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษาสิ่งที่สำคัญที่สุดที่ครูต้องรู้ในจุดเริ่มแรกของการสอนคือสิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ครูได้วางแผนการสอนโดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น ความรู้ที่เกิดจากนักเรียนเป็นผู้สร้าง เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย อันเกิดจากการลงมือปฏิบัติ เก็บข้อมูลนำข้อมูลนั้นมาปะติดปะต่อกัน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจแท้จริง นักเรียนสามารถค้นพบหลักการ ความคิดรวบยอด และสรุปผลได้ด้วยตนเอง หรือด้วยความร่วมมือของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน โดยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสืบค้น การให้เหตุผล หรือค้นพบข้อสรุปจากการแนะนำของผู้สอนในการกระตุ้นคำถามให้นักเรียนคิด หาข้อสรุปด้วยตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันบรรยากาศดังกล่าวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนและมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นเช่นเดียวกับการสอนแบบบอริยสัง 4 การสอนแบบบอริยสัง 4 เป็นการสอนที่ประยุกต์มาจากวิธีคิดตามแนวพุทธศาสตร์ มุ่งให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ตลอดจนฝึกให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ค้นหาสาเหตุ กำหนดขอบเขตของปัญหา และนำมาวิเคราะห์หาคำตอบของปัญหานั้นอย่างรอบคอบ ในการจัดการเรียนการสอนนั้นครูผู้สอนจะคอยกระตุ้นความคิดของผู้เรียน โดยถามสิ่งที่โจทย์ต้องการ หรือผู้เรียน ได้อะไรจากโจทย์บ้าง โดยสอดคล้องกับที่ สิริพร ทิพย์คง (2536: 157 – 159) กล่าวว่า ควรให้อิสระในการคิดแก่นักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า จะสามารถใช้ความคิดรวบยอด ทักษะและหลักการใดในการแก้ปัญหาโจทย์นั้นๆ ทดสอบว่า นักเรียนเข้าใจ โจทย์ปัญหานั้นๆ โดยการถามถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ และจากการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำก็จะสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไคค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ที่กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดฝึกกระทำบ่อยๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่อง ผู้วิจัยจะกำหนดปัญหาให้กับนักเรียนและให้เวลานักเรียนทุกคนในการคิดวิเคราะห์ห้อย่างเป็นระบบ และรอบคอบ อีกทั้งผู้วิจัยจะคอยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน รวมถึงสร้างบรรยากาศในการเรียน เพื่อให้นักเรียนรู้สึกไม่เครียดจนเกินไป



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล สุดประเสริฐ. (2539). *จิตวิทยาการศึกษาฉบับปรับปรุงใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. กรมวิชาการ. (2544). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน. (2550). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกษมศรี ภัทรภูริสกุล. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรคินิยม*. ปริญญาโท กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิต นวนแก้ว. (2543). *การพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงในวิชาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเซอร์โพรเซสซิ่ง.
- . (2553). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตานา เขมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- นิพัทธา ชัยกิจ. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์สร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). *ผลจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พจนานุกรมศัพท์. (2550). *การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พระธรรมโกศาจารย์. (2552). *พุทธศาสนาและวิทยาศาสตร์สร้างสรรค์วัฒนธรรมแห่งปัญญา*. กรุงเทพฯ: พิทักษ์การพิมพ์.
- พระพรหมคุณาภรณ์. (2548). *ภูมิธรรมชาวพุทธ*. กรุงเทพฯ: ธรรมสภาและสถาบันลือธรรม.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พาสนา จุลรัตน์. (2549). *การศึกษาและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาตรี*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงการ. ใน *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. หน้า 62 – 75. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- วนิช สุธารัตน์. (2547). *ความคิดและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัฒนาพร ระจับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- วีรเชียร เขียนมีสุข. (2553). *เหนืออัจฉริยะด้วยความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: แอล.ที.เพรส.
- ศรีสมัย สอดศรี. (2546). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหากับการสอนปกติ*. สารนิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริอร ไข่มุกพิรัตน์. (2527). *การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบประดมพลังสมองและแบบฝึกรายบุคคล*. ปริญญาโท ศศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมใจ มีสมวิทย์. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4*. สารนิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). *เอกสารคำสอนวิชา 158522 ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- สุจินต์ วิชาวชิรานนท์. (2544). Constructivism กับ การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์. ใน *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. หน้า 44 – 50. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- สุธรรม สอนเดือน. (2548). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะวอลเลย์บอลด้วยโปรแกรมการเรียนแบบร่วมมือและโปรแกรมการเรียนแบบกลุ่ม*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนทรี ทองจิตร. (2543). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: เทพนิมิตการพิมพ์.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2550). *เอกสารแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรคณิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ช่วงชั้นที่ 1*. กรุงเทพฯ: สำนักพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- สุวิทย์ คำมูล. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- . (2545). *20 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและการจัดการเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล กฤษณกุล. (2552). *เอกสารประกอบการสอนการวัดประเมินผลการเรียนรู้*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เสฏฐวุฒิ มุลอมาตย์. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนววิธีตั้ง 4*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไสว พิกขาว. (2544). *หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์.
- อารี พันธุ์ณี. (2546). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ไชโย ครีเอทีฟกรุ๊ป.
- . (2537). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ 1412.
- Alrwais, Abdulaziz M. (2000). *The Relationship Among Eighth – grade Students’ Creativity, Attitudes, School Grade and their Achievements in Mathematics in Saudi Arabia*. Retrieved from <http://www.lib.Umi.com/dissertations/fullcit/9985827>.
- Alsop, John Keough. (1996). The Effect of Mathematics Instruction Based on Constructivism on Prospective Teacher’s Conceptual Understanding Anxiety, and Confidence. *Dissertation Abstracts International*. 56(8): 3038 – A.
- Ausubel, D.P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Gruner and Stratton.
- Carrol, John; & Howieson, Noel. (1991, December). Recognizing Creative Thinking Talent in Classroom. *Roper Review*. 14(2): 68 – 71.
- Kroghm, Suzanne Lowell. (1994). *Educating Yong Children Infancy to Grade Three*. New York: McGraw.
- Piaget, J.; & Inhelder, B. (1964). *The growth of logic: From Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books.

- Piazza, Jenny Ann. (1995). An Inquiry into the Mathematics Culture of a Primary Constructivist Classroom: An Ethnographic Description. *Dissertation Abstracts International*. 55(11): 3403 – A.
- Troutman; & Lichtenberg. (1995). *Mathematics a Good Beginning*. University of South Florida: Brook/Cole Publishing.
- Von, Glasersfield, E. (1989). *Constructivism in Education in the International Encyclopedia of Education : Research and studies*. New York: Pergamen Press.
- Yager. (1991, September). The Constructivist Learning Model. *The Science Teacher*. 58(6): 55 – 56.







ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ เพื่อทำปฏิญานิพนธ์ด้านต่างๆ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสุรคณิคม
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ข้าราชการบำนาญโรงเรียนสาธิต

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

อาจารย์ศิริพร มูลพาย

อาจารย์

ข้าราชการบำนาญอาจารย์

ภาควิชาเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

อาจารย์ทวิศักดิ์ รัสโหมด

อาจารย์

โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

อาจารย์ชาญวิทย์ ตั้งกิจฉนิชกุล

อาจารย์

โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนตามแนวทฤษฎีสรคินิยม
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	21	1	1	0	0.67
2	1	1	0	0.67	22	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	24	1	1	0	0.67
5	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	26	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
8	1	1	0	0.67	28	0	1	1	0.67
9	1	1	1	1.00	29	1	0	1	0.67
10	1	1	0	0.67	30	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00	32	1	1	0	0.67
13	1	1	1	1.00	33	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	36	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	38	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00



ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	P	R
1	0.50	0.46	16	0.48	0.55
2	0.51	0.49	17	0.56	0.34
3	0.69	0.42	18	0.48	0.56
4	0.47	0.35	19	0.38	0.72
5	0.77	0.27	20	0.72	0.55
6	0.38	0.49	21	0.32	0.51
7	0.57	0.39	22	0.22	0.29
8	0.51	0.52	23	0.43	0.35
9	0.46	0.71	24	0.36	0.67
10	0.55	0.47	25	0.24	0.71
11	0.41	0.65	26	0.66	0.54
12	0.49	0.55	27	0.75	0.56
13	0.58	0.38	28	0.77	0.67
14	0.63	0.43	29	0.35	0.35
15	0.48	0.67	30	0.45	0.45

การหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson) สูตร มีดังนี้

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

- เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือคือ $1 - p$

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น
 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี โดยใช้
 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ CISA ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (α) ของ
 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 ข้อ

ข้อที่	p	r
1	0.47	0.35
2	0.50	0.49
3	0.67	0.41
4	0.51	0.37
5	0.77	0.27

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอรรถนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient)
 ของครอนบัก (ลิวน์ สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 200)

$$\text{สูตร } \alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

- α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
 S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี ได้ค่า
 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

ภาคผนวก ค

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลัง เรียนของกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณนิยม
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนแบบอริยธัจ 4
- คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณนิยม
- คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนแบบอริยธัจ 4

ตาราง 15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิคม

คนที่	ก่อนการเรียน (X_1)	หลังการเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_1)
1	3	21	18
2	4	20	16
3	3	26	23
4	5	25	20
5	3	21	18
6	5	25	20
7	4	25	21
8	4	22	18
9	4	27	23
10	3	27	24
11	3	18	15
12	5	26	21
13	4	25	21
14	4	24	20
15	4	25	21
16	4	24	20
17	3	23	20
18	3	22	19
19	3	24	21
20	3	24	21
21	3	22	19
22	4	27	23
23	3	25	22
24	2	25	23
25	4	28	24
26	4	26	22
27	3	21	18
28	5	24	19
29	4	24	20
30	4	25	21
Σ	110	721	
	$\bar{X}_1 = 3.67$	$\bar{X}_2 = 24.03$	$MD_1 = 20.37$

ตาราง 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4

คนที่	ก่อนการเรียน (X_1)	หลังการเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_2)
1	4	25	21
2	4	23	19
3	5	26	21
4	3	22	19
5	3	28	25
6	3	23	20
7	4	27	23
8	4	22	18
9	4	23	19
10	3	21	18
11	3	27	24
12	5	25	20
13	4	20	16
14	4	23	19
15	4	26	22
16	4	26	22
17	2	21	19
18	4	24	20
19	3	25	22
20	3	21	18
21	2	20	18
22	4	22	18
23	4	23	19
24	3	21	18
25	2	21	19
26	3	20	17
27	3	21	18
28	2	21	19
29	3	20	17
30	3	21	18
Σ	102	688	586
	$\bar{X}_1 = 3.40$	$\bar{X}_2 = 22.93$	$MD_2 = 19.53$

ตาราง 17 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับ การสอนตามแนวทฤษฎีสรคินิยม

คนที่	ก่อนการเรียน (X_1)	หลังการเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_1)
1	9	21	12
2	11	20	9
3	10	26	16
4	12	25	13
5	8	21	13
6	10	25	15
7	10	25	15
8	9	22	13
9	9	27	18
10	12	27	15
11	11	18	7
12	12	26	14
13	11	25	14
14	11	24	13
15	11	25	14
16	10	24	14
17	10	23	13
18	10	22	12
19	12	24	12
20	12	24	12
21	9	22	13
22	12	27	15
23	11	25	14
24	13	25	12
25	14	28	14
26	10	26	16
27	10	21	11
28	11	24	13
29	12	24	12
30	13	25	12
Σ	325	721	
	$\bar{X}_1 = 10.83$	$\bar{X}_2 = 24.03$	$MD_1 = 13.20$

ตาราง 18 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับ การสอนแบบอริยสัจ 4

คนที่	ก่อนการเรียน (X_1)	หลังการเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_2)
1	7	19	12
2	8	18	10
3	8	20	12
4	10	22	12
5	12	25	13
6	14	25	11
7	7	18	11
8	8	19	11
9	8	19	11
10	9	19	10
11	10	22	12
12	8	19	11
13	7	18	11
14	8	20	12
15	8	20	12
16	9	22	13
17	11	24	13
18	10	25	15
19	11	24	13
20	12	24	12
21	10	24	14
22	9	20	11
23	9	18	9
24	8	20	12
25	7	18	11
26	8	19	11
27	9	20	11
28	7	20	13
29	8	20	12
30	8	21	13
Σ	268	622	354
	$\bar{X}_1 = 8.93$	$\bar{X}_2 = 20.73$	$MD_2 = 11.80$

ภาคผนวก ง

- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample
- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample
- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample
- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรณนิยมโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

คนที่	ก่อนการเรียน (X_1)	หลังการเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_1)	ผลต่าง ² (D_1^2)
1	3	21	18	324
2	4	20	16	256
3	3	26	23	529
4	5	25	20	400
5	3	21	18	324
6	5	25	20	400
7	4	25	21	441
8	4	22	18	324
9	4	27	23	529
10	3	27	24	576
11	3	18	15	225
12	5	26	21	441
13	4	25	21	441
14	4	24	20	400
15	4	25	21	441
16	4	24	20	400
17	3	23	20	400
18	3	22	19	361
19	3	24	21	441
20	3	24	21	441
21	3	22	19	361
22	4	27	23	529
23	3	25	22	484
24	2	25	23	529
25	4	28	24	576
26	4	26	22	484
27	3	21	18	324
28	5	24	19	361
29	4	24	20	400
30	4	25	21	441
Σ	110	721	611	12583

$$(\sum D_1)^2 = 373321$$

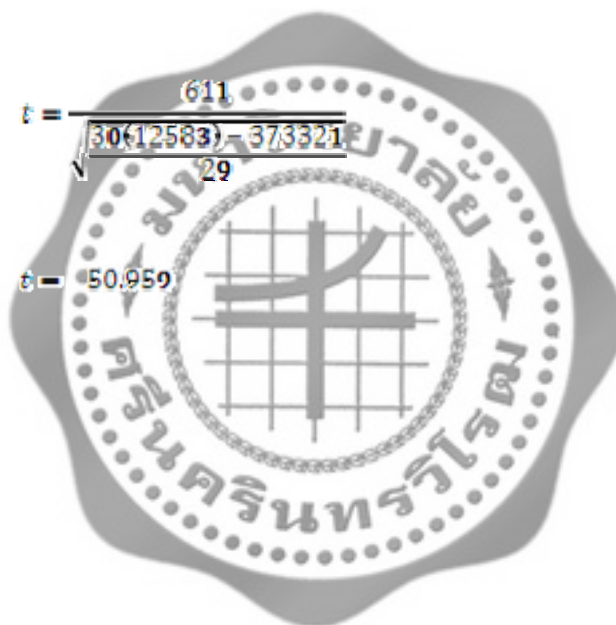
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

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

จะได้
$$t = \frac{611}{\sqrt{\frac{30(12583) - 373321}{30-1}}}$$

$$t = \frac{611}{\sqrt{\frac{30(12583) - 373321}{29}}}$$

$$t = 50.959$$



ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent Sample

คนที่	ก่อนการเรียน (X_1)	หลังการเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_2)	ผลต่าง ² (D_2^2)
1	4	25	21	441
2	4	23	19	361
3	5	26	21	441
4	3	22	19	361
5	3	28	25	625
6	3	23	20	400
7	4	27	23	529
8	4	22	18	324
9	4	23	19	361
10	3	21	18	324
11	3	27	24	576
12	5	25	20	400
13	4	20	16	256
14	4	23	19	361
15	4	26	22	484
16	4	26	22	484
17	2	21	19	361
18	4	24	20	400
19	3	25	22	484
20	3	21	18	324
21	2	20	18	324
22	4	22	18	324
23	4	23	19	361
24	3	21	18	324
25	2	21	19	361
26	3	20	17	289
27	3	21	18	324
28	2	21	19	361
29	3	20	17	289
30	3	21	18	324
Σ	102	688	586	11578

$$(\Sigma D_1)^2 = 343396$$

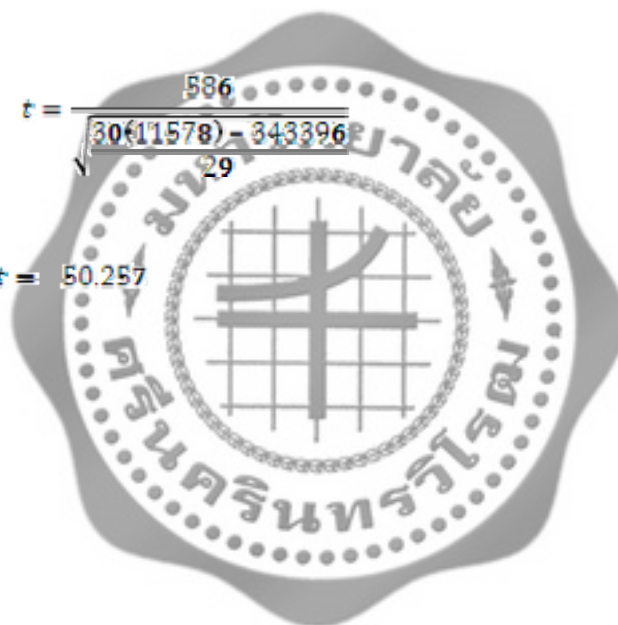
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามแบบอริยสัจ 4 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

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

จะได้
$$t = \frac{586}{\sqrt{\frac{30(11578) - 343396}{30-1}}}$$

$$t = \frac{586}{\sqrt{\frac{30(11578) - 343396}{29}}}$$

$$t = 50.257$$



ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์นิยม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

คนที่	ก่อนการเรียน (X_1)	หลังการเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_1)	ผลต่าง ² (D_1^2)
1	9	21	12	144
2	11	20	9	81
3	10	26	16	256
4	12	25	13	169
5	8	21	13	169
6	10	25	15	225
7	10	25	15	225
8	9	22	13	169
9	9	27	18	324
10	12	27	15	225
11	11	18	7	49
12	12	26	14	196
13	11	25	14	196
14	11	24	13	169
15	11	25	14	196
16	10	24	14	196
17	10	23	13	169
18	10	22	12	144
19	12	24	12	144
20	12	24	12	144
21	9	22	13	169
22	12	27	15	225
23	11	25	14	196
24	13	25	12	144
25	14	28	14	196
26	10	26	16	256
27	10	21	11	121
28	11	24	13	169
29	12	24	12	144
30	13	25	12	144
Σ	325	721	396	5354

$$(\Sigma D_1)^2 = 156816$$

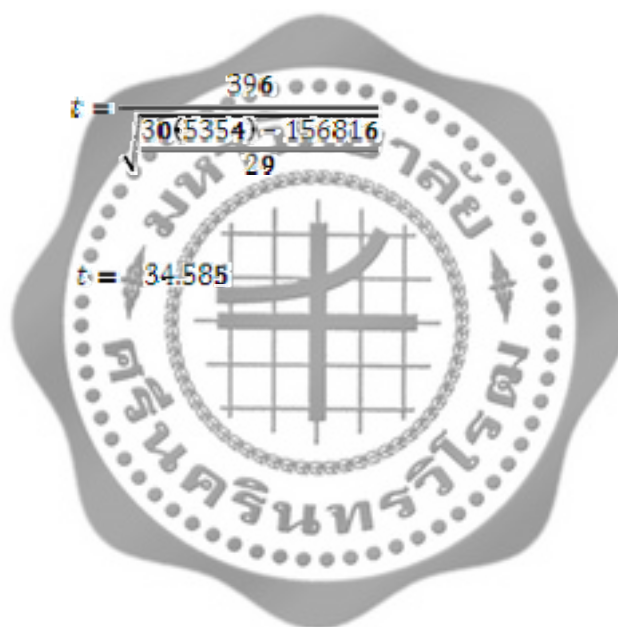
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิคม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

สูตร

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

จะได้

$$t = \frac{396}{\sqrt{\frac{30(5354) - 156816}{30-1}}}$$



$$t = \frac{396}{\sqrt{\frac{30(5354) - 156816}{29}}}$$

$$t = 34.585$$

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแบบวิธีสัจ 4 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

คนที่	ก่อนการเรียน (X_1)	หลังการเรียน (X_2)	ผลต่าง (D_2)	ผลต่าง ² (D_2^2)
1	7	19	12	144
2	8	18	10	100
3	8	20	12	144
4	10	22	12	144
5	12	25	13	169
6	14	25	11	121
7	7	18	11	121
8	8	19	11	121
9	8	19	11	121
10	9	19	10	100
11	10	22	12	144
12	8	19	11	121
13	7	18	11	121
14	8	20	12	144
15	8	20	12	144
16	9	22	13	169
17	11	24	13	169
18	10	25	15	225
19	11	24	13	169
20	12	24	12	144
21	10	24	14	196
22	9	20	11	121
23	9	18	9	81
24	8	20	12	144
25	7	18	11	121
26	8	19	11	121
27	9	20	11	121
28	7	20	13	169
29	8	20	12	144
30	8	21	13	169
Σ	268	622	354	4222

$$(\sum D_1)^2 = 125316$$

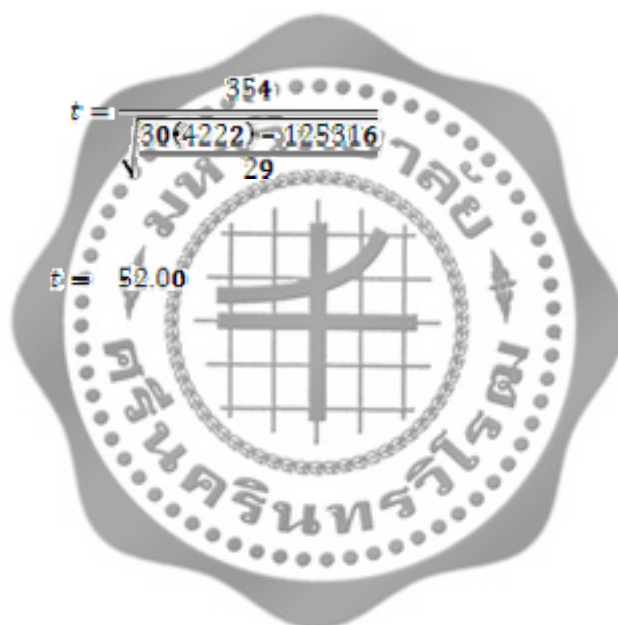
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่ม
ควบคุมที่ได้รับการสอนตามแบบอริยสัจ 4 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

สูตร

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

จะได้

$$t = \frac{354}{\sqrt{\frac{30(4222) - 125316}{30-1}}}$$



$$t = \frac{354}{\sqrt{\frac{30(4222) - 125316}{29}}}$$

$$t = 52.00$$



ภาคผนวก จ

- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score
- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent
Sample ในรูป Difference Score

คนที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	Pre	Post	D_1	Pre	Post	D_2		
1	3	21	18	4	25	21	5.62	2.16
2	4	20	16	4	23	19	19.10	0.28
3	3	26	23	5	26	21	6.92	2.16
4	5	25	20	3	22	19	0.14	0.28
5	3	21	18	3	28	25	5.62	29.92
6	5	25	20	3	23	20	0.14	0.22
7	4	25	21	4	27	23	0.40	12.04
8	4	22	18	4	22	18	5.62	2.34
9	4	27	23	4	23	19	6.92	0.28
10	3	27	24	3	21	18	13.18	2.34
11	3	18	15	3	27	24	28.84	19.98
12	5	26	21	5	25	20	0.40	0.22
13	4	25	21	4	20	16	0.40	12.46
14	4	24	20	4	23	19	0.14	0.28
15	4	25	21	4	26	22	0.40	6.10
16	4	24	20	4	26	22	0.14	6.10
17	3	23	20	2	21	19	0.14	0.28
18	3	22	19	4	24	20	1.88	0.22
19	3	24	21	3	25	22	0.40	6.10
20	3	24	21	3	21	18	0.40	2.34
21	3	22	19	2	20	18	1.88	2.34
22	4	27	23	4	22	18	6.92	2.34
23	3	25	22	4	23	19	2.66	0.28
24	2	25	23	3	21	18	6.92	2.34
25	4	28	24	2	21	19	13.18	0.28
26	4	26	22	3	20	17	2.66	6.40
27	3	21	18	3	21	18	5.62	2.34
28	5	24	19	2	21	19	1.88	0.28
29	4	24	20	3	20	17	0.14	6.40
30	4	25	21	3	21	18	0.40	2.34
Σ	110	721	611	102	688	586	138.97	131.47
\bar{x}	3.67	24.03	20.37	3.40	22.93	19.53		

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score มีสูตร ดังนี้

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1-MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง

$$S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

และ

$$S_1^2 = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

จะได้

$$S_1^2 = \frac{138.97 + 131.47}{30 + 30 - 2}$$

$$S_1^2 = 4.66$$

และ

$$S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{4.66}{30} + \frac{4.66}{30}}$$

$$S_{MD_1-MD_2} = 0.56$$

แทนค่าในสูตร

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1-MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{20.37 - 19.53}{0.56}$$

$$t = 1.50$$

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง
กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference
Score

คนที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	Pre	Post	D_1	Pre	Post	D_2		
1	9	21	12	7	19	12	1.44	0.04
2	11	20	9	8	18	10	17.64	3.24
3	10	26	16	8	20	12	7.84	0.04
4	12	25	13	10	22	12	0.04	0.04
5	8	21	13	12	25	13	0.04	1.44
6	10	25	15	14	25	11	3.42	0.64
7	10	25	15	7	18	11	3.42	0.64
8	9	22	13	8	19	11	0.04	0.64
9	9	27	18	8	19	11	23.04	0.64
10	12	27	15	9	19	10	3.24	3.24
11	11	18	7	10	22	12	38.44	0.04
12	12	26	14	8	19	11	0.64	0.64
13	11	25	14	7	18	11	0.64	0.64
14	11	24	13	8	20	12	0.04	0.04
15	11	25	14	8	20	12	0.64	0.04
16	10	24	14	9	22	13	0.64	1.44
17	10	23	13	11	24	13	0.04	1.44
18	10	22	12	10	25	15	1.44	10.24
19	12	24	12	11	24	13	1.44	1.44
20	12	24	12	12	24	12	1.44	0.04
21	9	22	13	10	24	14	0.04	4.84
22	12	27	15	9	20	11	3.24	0.64
23	11	25	14	9	18	9	0.64	7.84
24	13	25	12	8	20	12	1.44	0.04
25	14	28	14	7	18	11	0.64	0.64
26	10	26	16	8	19	11	7.84	0.64
27	10	21	11	9	20	11	4.84	0.64
28	11	24	13	7	20	13	0.04	1.44
29	12	24	12	8	20	12	1.44	0.04
30	13	25	12	8	21	13	1.44	1.44
Σ	325	721	396	268	622	354	126.8	44.8
\bar{x}	10.83	24.03	13.20	8.93	20.73	11.8		

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score มีสูตร ดังนี้

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1-MD_2}} \quad ; \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง

$$S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

และ

$$S_1^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

จะได้

$$S_1^2 = \frac{126.8 + 44.8}{30 + 30 - 2}$$

$$S_1^2 = 2.69$$

และ

$$S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{2.96}{30} + \frac{2.96}{30}}$$

$$S_{MD_1-MD_2} = 0.44$$

แทนค่าในสูตร

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1-MD_2}} \quad ; \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

$$t = \frac{13.20 - 11.8}{0.44}$$

$$t = 3.18$$

ภาคผนวก ก

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสุรคัมนิยม
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร **ช่วงชั้นที่ 4 ภาคเรียนที่ 1/54**
เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย **เวลา 2 คาบ**



สาระพื้นฐาน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้ :

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น ม.4 – ม.6 (ข้อ 5)

สืบค้น ข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างจุดเดือดและจุดหลอมเหลว และสถานะของสาร กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

สาระสำคัญ

สารละลายเป็นสารเนื้อเดียวเตรียมได้จากการผสมสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ความเข้มข้นของสารละลายเป็นค่าที่แสดงปริมาณของตัวละลายที่อยู่ในสารละลาย การบอกความเข้มข้นของสารละลายบอกได้หลายวิธี เช่น ร้อยละ ส่วนในล้านส่วน โมลาริตี โมแลล เศษส่วนโมล เป็นต้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

คำนวณหาคำนวนหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมลได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีความสนใจใฝ่รู้ มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น
2. มีวินัย มีความรับผิดชอบ เข้าชั้นเรียนและส่งงานตรงเวลา มีความพร้อมในการเรียน
3. มีความซื่อสัตย์สุจริตในการส่งงาน การสอบ

สาระการเรียนรู้

ความเข้มข้นของสารละลาย

ร้อยละ (pph) จำแนกเป็น

ร้อยละโดยมวล หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100$$

ร้อยละโดยปริมาตร หมายถึง ปริมาตรของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วย

ปริมาตรเดียวกัน

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วย

ปริมาตร

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

1. ส่วนในล้านส่วน (ppm) เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 ล้านหน่วย
2. ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 พันล้านหน่วย
3. โมลาริตี (M) หมายถึง จำนวน โมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรหรือ 1 ลิตร
4. โมลลิตี (m) หมายถึง จำนวน โมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม
5. เศษส่วน โมล หมายถึง อัตราส่วนจำนวน โมลของสารนั้นต่อจำนวน โมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย

การจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม คณะความสามารถ และคณะเพศ กลุ่มละ 4–5 คน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำว่า “ สารละลาย ” และยกตัวอย่างประกอบ

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สารที่เป็นตัวทำละลายและตัวถูกละลาย

2. ขั้นสำรวจ

ครูให้นักเรียนดูหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆและให้นักเรียนวิเคราะห์ปริมาณตัวทำละลายและตัวถูกละลาย

3. ขั้นอธิบาย

ในขั้นนี้ครูให้ความหมายความเข้มข้นของสารละลายและบอกความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ โดยใช้ Power Point เรื่อง ความเข้มข้นสารละลาย ตลอดจนการอธิบายครูใช้คำถามในการกระตุ้นการคิดโดยการสอดแทรกโจทย์ปัญหาระหว่างการอธิบายและให้นักเรียนตอบคำถาม

4. ขั้นขยายมโนทัศน์

ในขั้นนี้นักเรียนต้องใช้ความไตร่ตรอง พิจารณาตัวอย่าง การคำนวณและหลักการคิดในเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย พร้อมทั้งสามารถบอกความแตกต่างของปริมาณความเข้มข้นในหน่วยต่างๆ ได้โดยครูให้ตัวอย่างโจทย์เพื่อฝึกการคำนวณพร้อมให้นักเรียนนำเสนอผลการคำนวณเป็นกลุ่ม

5. ขั้นประเมินผล

ครูประเมินผลจากการทำใบงาน 4.6 โดยต้องตอบคำถามถูกมากกว่า 70 %

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนโปรแกรม Power Point เรื่อง ความเข้มข้นสารละลาย
2. ใบงานที่ 4.6
3. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (สสวท.)
4. หนังสือ “ Hi-ed’s Chemistry เคมี ม. 4 เล่ม 2 ” ของ อาจารย์สุทัศน์ ไตรสถิตวร

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ 2. ด้านทักษะกระบวนการ	การทำใบงาน 4.6	ใบงาน 4.6	ตอบคำถามถูกมากกว่า 70%
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้	ได้คะแนนเท่ากับ 10 คะแนน



9. สีนแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่ามิโครเมียม (III) ออกไซด์อยู่ 0.560 มิลลิกรัม สีนแร่ตัวอย่างมิโครเมียม (III) ออกไซด์ อยู่ที่ส่วนในล้านส่วน

10. กรดเปอร์คลอริก มีมวลโมเลกุล 100.4587 ถ้าสารละลายกรดชนิดนี้เข้มข้น 9.20 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาความเข้มข้นของสารละลายนี้เป็นร้อยละโดยมวล



ลำดับที่	พฤติกรรม	ตรงต่อเวลา			ความรับผิดชอบ			ความเป็นระเบียบ			ความซื่อสัตย์			การตอบคำถาม/แสดงความคิดเห็น			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

ตรงต่อเวลา

คะแนน 3 คือ เข้าชั้นเรียน ส่งงานตรงเวลา และทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันเวลา

คะแนน 2 คือ เข้าชั้นเรียน ส่งงานตรงเวลา หรือทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันเวลา

บางครั้ง

คะแนน 1 คือ เข้าชั้นเรียน ส่งงานไม่ตรงเวลา หรือทำงานตามที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จ

ทันเวลา

ความรับผิดชอบ

คะแนน 3 คือ นำอุปกรณ์การเรียนมาครบ (ซีท หนังสือ สมุด อุปกรณ์ที่สั่ง ปากกา เป็นต้น)

คะแนน 2 คือ นำอุปกรณ์การเรียนมา ขาดอุปกรณ์การเรียนเป็นส่วนน้อย

คะแนน 1 คือ นำอุปกรณ์การเรียนมาแต่ไม่ครบเป็นส่วนใหญ่

ความเป็นระเบียบ

คะแนน 3 คือ ไม่ส่งเสียงดังขณะที่ครูกำลังสอน

คะแนน 2 คือ ส่งเสียงดังขณะที่ครูกำลังสอนบางครั้ง เมื่อเตือนก็เชื่อฟังและไม่ทำซ้ำ

คะแนน 1 คือ ส่งเสียงดังขณะที่ครูกำลังสอนบางครั้ง เมื่อเตือนก็เชื่อฟังแต่ทำซ้ำ
ความซื่อสัตย์สุจริต

คะแนน 3 คือ ส่งงานและมีความซื่อสัตย์ เช่น ไม่ทุจริตในการทดสอบ ไม่ลอกการบ้านมาส่ง

คะแนน 2 คือ ส่งงานแต่ลอกเพื่อนมาส่งเป็นบางข้อ (เนื่องจากทำไม่ได้)

คะแนน 1 คือ ส่งงานแต่ลอกเพื่อนมาส่งเป็นส่วนใหญ่

การตอบคำถามแสดงความคิดเห็น

คะแนน 3 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นตลอดเวลา

คะแนน 2 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นบางครั้ง

คะแนน 1 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นนานๆ ครั้ง

สรุปคะแนน

15 คะแนน = ดีมาก

13 – 14 คะแนน = ดี

12 – 10 คะแนน = พอใช้

6 – 9 คะแนน = ควรปรับปรุง



ลำดับที่	พฤติกรรม	ความสะอาด			การมีส่วนร่วมในการทดลอง			การอภิปรายในชั้นเรียน			การสรุปผลการทดลอง			จิตอาสา			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมกลุ่ม

ความสะอาด

คะแนน 3 คือ รักษาความสะอาดในพื้นที่ที่นักเรียนอยู่สม่ำเสมอ

คะแนน 2 คือ รักษาความสะอาดในพื้นที่ที่นักเรียนอยู่บางครั้ง

คะแนน 1 คือ ต้องให้ครูบอกจึงรักษาความสะอาดในพื้นที่ที่นักเรียนอยู่

การมีส่วนร่วมในการทดลอง

คะแนน 3 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง มีหน้าที่และช่วยเพื่อนในการทำการทดลอง

ตลอดเวลา

คะแนน 2 คือ นักเรียนขาดความกระตือรือร้นบ้าง บางครั้งไม่ช่วยเพื่อนในการทำการทดลอง

คะแนน 1 คือ นักเรียนขาดความกระตือรือร้น ไม่ช่วยเพื่อนในการทำการทดลองต้องให้ครู

บอกจึงทำ

การอภิปรายในชั้นเรียน

คะแนน 3 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน ออกมานำเสนอผลการทดลองเป็นประจำ

คะแนน 2 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน เคยออกมานำเสนอผลการทดลองบางครั้ง

คะแนน 1 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน เคยออกมานำเสนอผลการทดลองน้อยมาก

การสรุปผลการทดลอง

คะแนน 3 คือ นักเรียนสรุปผลการทดลอง ได้ถูกต้องครบถ้วน

คะแนน 2 คือ นักเรียนสรุปผลการทดลองถูกเป็นส่วนใหญ่

คะแนน 1 คือ นักเรียนสรุปผลการทดลองถูกบ้างแต่ส่วนใหญ่ผิด

จิตอาสา

คะแนน 3 คือ นักเรียนมีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือเพื่อน เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมสม่ำเสมอ

คะแนน 2 คือ นักเรียนมีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือเพื่อน เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมบางครั้ง

คะแนน 1 คือ นักเรียนมีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือเพื่อน เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมน้อย

สรุปคะแนน

15 คะแนน = ดีมาก

13 – 14 คะแนน = ดี

10 – 12 คะแนน = พอใช้

6 – 9 คะแนน = ควรปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

ช่วงชั้นที่ 4 ภาคเรียนที่ 1/54

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

เวลา 2 คาบ



สาระพื้นฐาน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้ :

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น ม.4 – ม.6 (ข้อ 5)

สืบค้น ข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างจุดเดือดและจุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

สาระสำคัญ

สารละลายเป็นสารเนื้อเดียวเตรียมได้จากการผสมสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ความเข้มข้นของสารละลายเป็นค่าที่แสดงปริมาณของตัวละลายที่อยู่ในสารละลาย การบอกความเข้มข้นของสารละลายบอกได้หลายวิธี เช่น ร้อยละ ส่วนในล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี เศษส่วน โมล เป็นต้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วน โมลได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

คำนวณหาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วน โมลได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีความสนใจใฝ่รู้ มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น
2. มีวินัย มีความรับผิดชอบ เข้าชั้นเรียนและส่งงานตรงเวลา มีความพร้อมในการเรียน
3. มีความซื่อสัตย์สุจริตในการส่งงาน การสอบ

สาระการเรียนรู้

ความเข้มข้นของสารละลาย

ร้อยละ (pph) จำแนกเป็น

ร้อยละโดยมวล หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100$$

ร้อยละโดยปริมาตร หมายถึง ปริมาตรของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

1. ส่วนในล้านส่วน (ppm) เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 ล้านหน่วย
2. ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 พันล้านหน่วย
3. โมลาริตี (M) หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 1 ลิตร
4. โมลลิตี (m) หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม
5. เศษส่วนโมล หมายถึง อัตราส่วนจำนวน โมลของสารนั้นต่อจำนวน โมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย

การจัดการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียน ครูถามนักเรียนว่า

สารละลายในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง สารใดเป็นตัวละลาย สารใดเป็นตัวทำละลาย นักเรียนสามารถบอกความเข้มข้นของสารละลายได้กี่วิธี อะไรบ้าง

ขั้นสอน ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นทบทวน (ปัญหา) จากกิจกรรมในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูนำปัญหาที่ถามนักเรียนขึ้นกระดานอีกครั้ง แล้วให้นักเรียนพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยความรอบคอบ จากนั้นครูยกตัวอย่างความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ

ขั้นสมมุติ (สาเหตุของปัญหา) ครูเริ่มพูดถึงประเด็นของปัญหาที่ยกมา และถามคำถามเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาการบอกความเข้มข้นแต่ละวิธีว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร แต่ละหน่วยมีปริมาณตัวทำละลายและตัวละลายเท่ากันหรือไม่อย่างไร ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปริมาณความเข้มข้นในหน่วยต่างๆ

ขั้นนิรนัย (ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล) เมื่อนักเรียนพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นแล้ว จึงให้นักเรียนได้ลงมือทำและเขียนสรุปปริมาณสารในหน่วยต่างๆ เพื่อที่จะตรวจสอบวิธีในการคิดของนักเรียนในแต่ละคน ซึ่งแต่ละคนอาจมีวิธีในการคิดที่แตกต่างกัน จากนั้นครูยกตัวอย่างให้นักเรียนคำนวณความเข้มข้นในหน่วยต่างๆ

ขั้นมรรค (ขั้นวิเคราะห์และสรุปผล) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปริมาณต่างๆ ที่นักเรียนสรุปมาและให้นักเรียนทำใบงาน 4.6

ขั้นสรุปบทเรียน (5 นาที)

ครูทบทวนความรู้ของนักเรียนอีกครั้งโดยการใช้ Microsoft PowerPoint เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนโปรแกรม Power Point เรื่อง ความเข้มข้นสารละลาย
2. ใบงาน 4.6
3. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (สสวท.)
4. หนังสือ “Hi-ed’s Chemistry เคมี ม. 4 เล่ม 2” ของ อาจารย์สุทัศน์ ไตรสถิตวร

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1.ด้านความรู้ความเข้าใจ 2.ด้านทักษะกระบวนการ	การทำใบงาน 4.6	ใบงาน 4.6	ตอบคำถามถูกมากกว่า 70%
3.ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้	ได้คะแนนเท่ากับ 10 คะแนน



โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
วิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว 31222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

☆☆

ใบงาน 4.6

1. จงคำนวณหาความเข้มข้นเป็นร้อยละ โดยมวลของสารละลายต่อไปนี้
 - 1.1 NaCl 50.0 กรัม ในน้ำ(H₂O) 200.0 กรัม
 - 1.2 กรดแอซิติค 0.500 โมล ในน้ำ(H₂O) 3.00 โมล
2. สารละลายน้ำตาลทราย เข้มข้นร้อยละ 22.0 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.09 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
 - 2.1 ในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีน้ำตาลทรายละลายอยู่กี่กรัม
 - 2.2 สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่าใด ในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และโมลต่อกิโลกรัม
3. สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นร้อยละ 35.0 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.26 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 20 องศาเซลเซียส
 - 3.1 ในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีกรดซัลฟิวริกละลายอยู่กี่กรัม
 - 3.2 จงหาปริมาตรของสารละลายที่มีกรดซัลฟิวริกละลายอยู่ 500 กรัม
 - 3.3 สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่าใด ในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และโมลต่อกิโลกรัม
4. จงคำนวณหาความเข้มข้นเป็น โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรของสารละลายต่อไปนี้
 - 4.1 โซเดียมคลอไรด์ 3.0 โมล ในสารละลาย 0.650 ลูกบาศก์เดซิเมตร
 - 4.2 กรดไฮโดรคลอริก 0.015 โมล ในสารละลาย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - 4.3 กลูโคส 400 กรัม ในสารละลาย 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - 4.4 โซเดียมคาร์บอเนต 53.0 กรัมในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร
5. จะต้องใช้ น้ำ ที่กี่ลิตร ในการละลายโซเดียมคลอไรด์ 234.0 กรัม เพื่อให้ได้สารละลายเข้มข้น 0.25 โมลต่อกิโลกรัม
6. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 10.0 โดยมวล มีความเข้มข้นกี่โมลต่อกิโลกรัม

7. จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15.500 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรและมีความหนาแน่น 1.7600 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
8. จงหาเศษส่วน โมลของทุกองค์ประกอบในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 10.00 โดยมวล
9. สิ้นแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่ามิโครเมียม (III) ออกไซด์ อยู่ 0.560 มิลลิกรัม สิ้นแร่ตัวอย่างมิโครเมียม(III) ออกไซด์ อยู่ที่ส่วนในล้านส่วน
10. กรดเปอร์คลอริก มีมวลโมเลกุล 100.4587 ถ้าสารละลายกรดชนิดนี้เข้มข้น 9.20 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาความเข้มข้นของสารละลายนี้เป็นร้อยละโดยมวล



ลำดับที่	ชื่อกิจกรรม	ตรงต่อเวลา			ความรับผิดชอบ			ความเป็นระเบียบ			ความซื่อสัตย์			การตอบคำถาม/แสดงความคิดเห็น			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมนักเรียน

ตรงต่อเวลา

คะแนน 3 คือ เข้าชั้นเรียน ส่งงานตรงเวลา และทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันเวลา

คะแนน 2 คือ เข้าชั้นเรียน ส่งงานตรงเวลา หรือทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันเวลา

บางครั้ง

คะแนน 1 คือ เข้าชั้นเรียน ส่งงานไม่ตรงเวลา หรือทำงานตามที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จทันเวลา

ความรับผิดชอบ

คะแนน 3 คือ นำอุปกรณ์การเรียนมาครบ (ซีท หนังสือ สมุด อุปกรณ์ที่สั่ง ปากกา

เป็นต้น)

คะแนน 2 คือ นำอุปกรณ์การเรียนมา ขาดอุปกรณ์การเรียนเป็นส่วนน้อย

คะแนน 1 คือ นำอุปกรณ์การเรียนมา แต่ไม่ครบเป็นส่วนใหญ่

ความเป็นระเบียบ

คะแนน 3 คือ ไม่ส่งเสียงดังขณะที่ครูกำลังสอน

คะแนน 2 คือ ส่งเสียงดังขณะที่ครูกำลังสอนบางครั้ง เมื่อเตือนก็เชื่อฟังและไม่ทำซ้ำ

คะแนน 1 คือ ส่งเสียงดังขณะที่ครูกำลังสอนบางครั้ง เมื่อเตือนก็เชื่อฟังแต่ทำซ้ำ
ความซื่อสัตย์สุจริต

คะแนน 3 คือ ส่งงานและมีความซื่อสัตย์ เช่นไม่ทุจริตในการทดสอบ ไม่ลอกการบ้านมาส่ง

คะแนน 2 คือ ส่งงานแต่ลอกเพื่อนมาส่งเป็นบางข้อ (เนื่องจากทำไม่ได้)

คะแนน 1 คือ ส่งงานแต่ลอกเพื่อนมาส่งเป็นส่วนใหญ่

การตอบคำถามแสดงความคิดเห็น

คะแนน 3 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นตลอดเวลา

คะแนน 2 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นบางครั้ง

คะแนน 1 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นนานๆครั้ง

สรุปคะแนน

15 คะแนน = ดีมาก

13 – 14 คะแนน = ดี

12 – 10 คะแนน = พอใช้

6 – 9 คะแนน = ควรปรับปรุง



ลำดับที่	พฤติกรรม	ความสะอาด			การมีส่วนร่วมในการทดลอง			การอภิปรายในชั้นเรียน			การสรุปผลการทดลอง			จิตอาสา			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมกลุ่ม

ความสะอาด

คะแนน 3 คือ รักษาความสะอาดในพื้นที่ที่นักเรียนอยู่สม่ำเสมอ

คะแนน 2 คือ รักษาความสะอาดในพื้นที่ที่นักเรียนอยู่บางครั้ง

คะแนน 1 คือ ต้องให้ครูบอกจึงรักษาความสะอาดในพื้นที่ที่นักเรียนอยู่

การมีส่วนร่วมในการทดลอง

คะแนน 3 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง มีหน้าที่และช่วยเพื่อนในการทำการทดลอง

ตลอดเวลา

คะแนน 2 คือ นักเรียนขาดความกระตือรือร้นบ้าง บางครั้งไม่ช่วยเพื่อนในการทำการทดลอง

คะแนน 1 คือ นักเรียนขาดความกระตือรือร้น ไม่ช่วยเพื่อนในการทำการทดลองต้องให้ครู

บอกจึงทำ

การอภิปรายในชั้นเรียน

คะแนน 3 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน ออกมานำเสนอผลการทดลองเป็นประจำ

คะแนน 2 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน เคยออกมานำเสนอผลการทดลองบางครั้ง

คะแนน 1 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน เคยออกมานำเสนอผลการทดลองน้อยมาก

การสรุปผลการทดลอง

คะแนน 3 คือ นักเรียนสรุปผลการทดลอง ได้ถูกต้องครบถ้วน

คะแนน 2 คือ นักเรียนสรุปผลการทดลองถูกเป็นส่วนใหญ่

คะแนน 1 คือ นักเรียนสรุปผลการทดลองถูกบ้างแต่ส่วนใหญ่ผิด

จิตอาสา

คะแนน 3 คือ นักเรียนมีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือเพื่อน เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมสม่ำเสมอ

คะแนน 2 คือ นักเรียนมีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือเพื่อน เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมบางครั้ง

คะแนน 1 คือ นักเรียนมีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือเพื่อน เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมน้อย

สรุปคะแนน

15 คะแนน = ดีมาก

13 – 14 คะแนน = ดี

12 – 10 คะแนน = พอใช้

6 – 9 คะแนน = ควรปรับปรุง

8. สารประกอบชนิดหนึ่งมีสูตร AB_5 มีมวล 20.85 กรัม ประกอบด้วย B 17.75 กรัม จงหามวลอะตอมของ A (มวลอะตอมของ B เท่ากับ 35.5)

1. 7.75 2. 15.5 3. 31 4. 62

9. ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. ธาตุเหล็ก (Fe) 0.28 กรัม มี 3.01×10^{21} อะตอม
2. ซูโครส 1.806×10^{23} โมเลกุลเท่ากับ 3 โมล
3. แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 0.34 กรัม มีปริมาตรเท่ากับ 0.448 dm^3
4. มวลของผลึกจุนสี ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) เป็น 2.49 กรัม เมื่อมีน้ำผลึกอยู่ 0.9 กรัม

10. นำสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 250 cm^3 มาผสมกับสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.5 mol/dm^3 จำนวน 50 cm^3 แบ่งสารละลาย มา 100 cm^3 จากนั้นนำสารละลายมาผสมกับ HCl เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 200 cm^3 ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือชนิดใหม่, น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อย่างทราบว่หลังจากปฏิกิริยาเสร็จสิ้นสารใดเป็นสารกำหนดปริมาณและเกลือชนิดใหม่ที่เกิดขึ้นหนักกี่กรัม

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Na_2CO_3 , 1.17 กรัม | 2. Na_2CO_3 , 2.17 กรัม |
| 3. HCl, 1.17 กรัม | 4. HCl, 2.17 กรัม |

11. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วย ธาตุ a และ b ซึ่งมี a 10% โดยมวลถ้ามวลอะตอมของ a เป็นหนึ่งในสามของมวลอะตอมของ b ถ้า 1 โมเลกุลของสารประกอบนี้มีจำนวนน้อยกว่า 6 อะตอมและมวลโมเลกุลของสารประกอบเท่ากับ 120

- ก. สูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้คือ a_2b_3
- ข. มวลอะตอมของ a เท่ากับ 12
- ค. มวลอะตอมของ b เท่ากับ 36

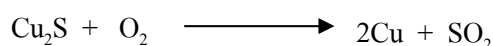
ข้อใดถูกต้อง

- | | |
|------------|--------------|
| 1. ก และ ข | 2. ก และ ค |
| 3. ข และ ค | 4. ผิดทุกข้อ |

12. สมมุติว่าแก๊สธรรมชาติชนิดหนึ่งมี มีเทน (CH_4) และเอทิลีน (C_2H_4) เป็นองค์ประกอบ ถ้านำแก๊สธรรมชาตินี้ปริมาณ 5 กรัม มาเผาไหม้กับออกซิเจนที่มากเกินพอได้ CO_2 14.5 และ H_2O จงหาร้อยละของ C_2H_4 ในแก๊สธรรมชาตินี้

1. 20 2. 40 3. 60 4. 80

13. จงหาปริมาณผลผลิตตามทฤษฎี (เป็นกรัม) ของทองแดงที่ได้จากการแยกคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์ (Cu_2S) จำนวน 1590 กรัม ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นคือ



ถ้าผลการทดลองได้ทองแดง 1,200 กรัม จงคำนวณหาผลผลิตร้อยละ

1. 80 2. 85 3. 90 4. 95

14. จุดเดือดของสารละลายที่ไม่แตกตัวและระเหยยากในน้ำเท่ากับ 105.10°C จงหาจุดเยือกแข็งของสารละลายนี้ กำหนดให้ K_b ของน้ำ = $0.51^\circ\text{C}/\text{mol}/\text{kg}$ และ K_f ของน้ำ = $1.86^\circ\text{C}/\text{mol}/\text{kg}$

1. -5.10 2. -18.6 3. 5.10 4. 18.6

15. โลหะ M มีมวลอะตอม 200 เมื่อนำมาเผาไหม้กับกำมะถันที่มีมากเกินพอปรากฏว่าโลหะ Mหนัก 16.00 กรัม ให้สารประกอบหนัก 19.84 กรัม สูตรเอมพิริคัลของสารประกอบนี้คือข้อใด ($S = 32$)

1. M_2S_3 2. M_3S_2
3. MS 4. M_2S

16. สารอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุ C, H และ O เท่านั้น ถ้าเผาสารอินทรีย์นี้หนัก 2.0 g ในอากาศ จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ 0.44 g และ 2.4 g ตามลำดับ จงหาสูตรอย่างง่ายของสารอินทรีย์ ($\text{C}=12, \text{H}=1, \text{O}=16$)

1. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 2. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
3. $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ 4. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

17. สารประกอบใดต่อไปนี้ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบโดยมวลมากที่สุด (Na = 23, B=11, O=16, C=12)

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. $\text{Na}_2\text{B}_3\text{O}_7$ | 2. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ |
| 3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | 4. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ |

18. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 24.3% ไฮโดรเจน 4.1% และคลอรีน 71.6% โดยมวล ถ้าสารนี้มีมวลโมเลกุล = 99 สูตรโมเลกุลของสารนี้คืออะไร (C=12, H=1, Cl=35.5)

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. CH_2Cl | 2. $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ |
| 3. CH_4Cl_2 | 4. $\text{C}_4\text{H}_2\text{Cl}$ |

19. แก๊ส X_2 50 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส O_2 125 cm^3 ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊ส G เพียงอย่างเดียว 50 cm^3 ถ้าการทดลองนี้ทำที่อุณหภูมิและความดันคงที่ สูตรของแก๊ส G จะเป็นอย่างไร

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. XO | 2. XO_2 |
| 3. X_2O | 4. X_3O_5 |

20. แก๊สแอมโมเนีย(NH_3) ประกอบด้วยไนโตรเจน 82.4% โดยมวล มวลของแอมโมเนียที่เตรียม ได้จากการใช้ในโตรเจน 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน 3 กรัมเป็นเท่าไร

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. 2.14 กรัม | 2. 12.14 กรัม |
| 3. 14.05 กรัม | 4. 17.05 กรัม |

21.

การทดลองที่	ผลการวัดปริมาตรแก๊สที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน
1	$\text{H}_2 \ 2 \ \text{cm}^3 + \text{O}_2 \ 1 \ \text{cm}^3 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} \ 2 \ \text{cm}^3$
2	$\text{H}_2 \ 2 \ \text{cm}^3 + \text{Cl}_2 \ 1 \ \text{cm}^3 \longrightarrow \text{HCl} \ 2 \ \text{cm}^3$
3	$\text{CO} \ 2 \ \text{cm}^3 + \text{O}_2 \ 1 \ \text{cm}^3 \longrightarrow \text{CO}_2 \ 2 \ \text{cm}^3$
4	$\text{N}_2 \ 1 \ \text{cm}^3 + \text{O}_2 \ 1 \ \text{cm}^3 \longrightarrow \text{NO} \ 2 \ \text{cm}^3$
5	$\text{N}_2 \ 1 \ \text{cm}^3 + \text{H}_2 \ 3 \ \text{cm}^3 \longrightarrow \text{NH}_3 \ 2 \ \text{cm}^3$

จากผลการทดลองทั้ง 5 ท่านจะสรุปได้อย่างไร

1. แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากัน ที่อุณหภูมิความดันเดียวกันจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน
2. ปริมาตรของแก๊สที่เข้าทำปฏิกิริยาพอดีกัน และที่ได้จากปฏิกิริยา เมื่อวัดที่อุณหภูมิความดันเดียวกัน จะเปรียบเทียบกันได้เป็นอัตราส่วนลงตัวน้อยๆ
3. แก๊ส 2 ชนิด ทำปฏิกิริยา อาจเกิดเป็นแก๊สชนิดที่ 3 หรืออาจเกิดเป็นของเหลวก็ได้
4. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมของธาตุต่างๆ โดยอัตราส่วนลงตัวน้อยๆ ของอะตอม

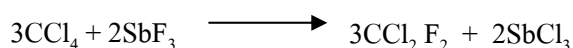
22. ภายใต้อุณหภูมิและความดันหนึ่ง แก๊สฮีเลียม $1 \ \text{dm}^3$ ประกอบด้วยฮีเลียม 2.4×10^{22} อะตอม ภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกันนี้ จำนวนโมเลกุลไฮโดรเจนในแก๊ส $1 \ \text{dm}^3$ จะเป็นกี่โมเลกุล

1. 2.4×10^{11}
2. 1.2×10^{22}
3. 2.4×10^{22}
4. 2.4×10^{44}

23. ภาชนะ A บรรจุแก๊สมีเทน (CH_4) จำนวน $20.0 \ \text{dm}^3$ ภาชนะ B บรรจุแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จำนวน $30.0 \ \text{dm}^3$ ถ้าภาชนะ A มี CH_4 จำนวน 6.0 โมลที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันภาชนะ B จะมีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์อยู่ที่โมลเมื่อสมมติว่าแก๊สทั้งสองมีสมบัติตามทฤษฎีจลน์ ($\text{C}=12, \text{H}=1, \text{O}=16$)

1. 2.4 โมล
2. 4.0 โมล
3. 6.0 โมล
4. 9.0 โมล

24. ในการผลิต Freon ซึ่งใช้เป็นน้ำยาในตู้เย็น ดังแสดงในสมการ



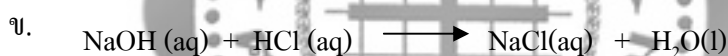
เมื่อใช้ CCl_4 ปริมาตร 30.8 กรัม ผสมกับ SbF_3 17.9 กรัม จะได้ Freon กี่กรัม
(กำหนดให้ $\text{CCl}_4 = 154$, $\text{SbF}_3 = 179$, $\text{CCl}_2\text{F}_2 = 121$)

- | | |
|----------|----------|
| 1. 12.92 | 2. 18.15 |
| 3. 22.4 | 4. 24.2 |

25. เมื่อเผาสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 336 g จะได้โซเดียมคาร์บอเนต 169.6 g กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ร้อยละของผลได้ของโซเดียมคาร์บอเนตเป็นเท่าใด

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1. 40 | 2. 50 | 3. 60 | 4. 80 |
|-------|-------|-------|-------|

26. พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



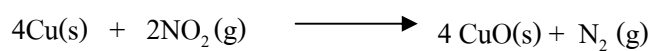
กระบวนการในข้อใดเป็นระบบปิด

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. ข้อ ก และ ข | 2. ข้อ ค และ ง |
| 3. ข้อ ข และ ค | 4. ข้อ ก และ ง |

27. การทดลองในข้อใดไม่สามารถนำผลการทดลองมาแสดงว่าเป็นไปตามกฎทรงมวล

- เผาถ่านแท่งในชามกระเบื้อง
- เติมสารละลายเลด(II)ไนเตรตลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์
- เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในบีกเกอร์ที่มีกรดเกลือจำนวนมากเกินพอ
- เผาทองแดงกับกำมะถันในภาชนะปิด

28. ทองแดงทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนไดออกไซด์ ดังสมการ



อัตราส่วนระหว่างปริมาตรเริ่มต้นและปริมาตรสุดท้ายของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันเป็นเท่าใด

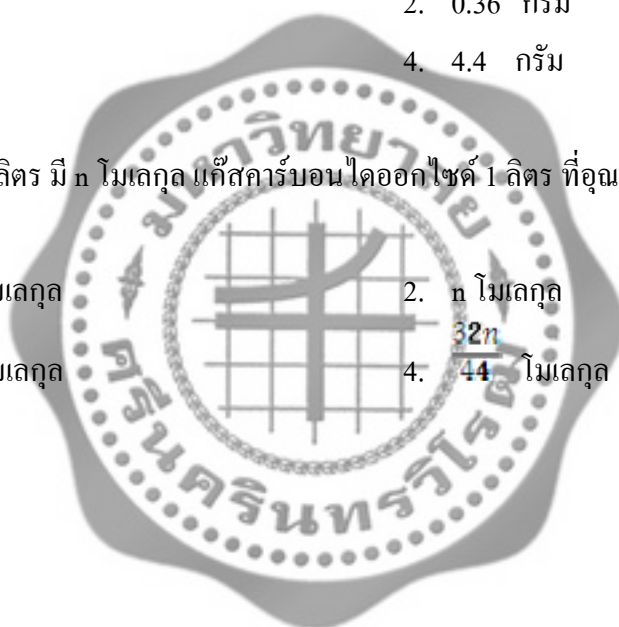
- | | |
|----------|----------|
| 1. 4 : 1 | 2. 2 : 1 |
| 3. 1 : 1 | 4. 1 : 2 |

29. นำโซดาซักผ้ามา 2.86 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดเกลือ 0.73 กรัม จะเกิดเกลือแกง 1.17 กรัม น้ำ 1.98 กรัม ถ้าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวลจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่กรัม

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. 0.22 กรัม | 2. 0.36 กรัม |
| 3. 0.44 กรัม | 4. 4.4 กรัม |

30. แก๊สออกซิเจน 5 ลิตร มี n โมเลกุล แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ลิตร ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะมีกี่โมเลกุล

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1. $5n$ โมเลกุล | 2. n โมเลกุล |
| 3. $\frac{n}{5}$ โมเลกุล | 4. $\frac{32n}{44}$ โมเลกุล |



แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2554

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน
2. แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียนของนักเรียนแต่ประการใด
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูงถ้าสร้างโจทย์ปัญหาโดยใช้จำนวนข้อมูลในตารางให้มากที่สุด มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึงและตอบปัญหาได้ถูกต้องจากโจทย์ที่นักเรียนสร้าง
4. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 10 นาที ถ้านักเรียนได้ยินสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันทีแล้วเตรียมทำข้อต่อไป
5. เขียนชื่อ – สกุล เลขที่ ชั้น ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ



จากข้อมูลที่ให้มา นักเรียนจงสร้าง โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบตามหัวข้อที่กำหนดให้

ชื่อธาตุ	ความเข้มข้น (mol/dm ³)	ปริมาตร (cm ³)	K_f (°C/m)	K_b (°C/m)
C	0.01	50	น้ำ(H ₂ O) 1.86	น้ำ (H ₂ O) 0.51
O	0.05	100	เบนซีน(C ₆ H ₆) 4.90	เบนซีน (C ₆ H ₆) 2.53
H	0.1	200	กรดแอสติก(CH ₃ COOH) 3.90	กรดแอสติก (CH ₃ COOH) 3.07
N	0.2	250	เอทานอล(C ₂ H ₅ OH) 1.99	เอทานอล (C ₂ H ₅ OH) 1.22
P	0.5	500	เนพทาลีน(C ₁₀ H ₈) 0.83	เมทานอล (CH ₃ OH) 0.83
S	1	1,000		คลอโรฟอร์ม (CHCl ₃) 3.63
Cl	2	2,000		เฮกเซน (C ₆ H ₁₄) 2.75

หัวข้อที่ 1 : โมล

หัวข้อที่ 2 : ความเข้มข้นของสารละลาย

หัวข้อที่ 3 : การเตรียมสารละลาย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวนิตา วิริยาสิตาภรณ์
วันเดือนปีเกิด	30 ตุลาคม พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	อำเภอบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพฯ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	196/56 ตำบลวัดท่าพระ อำเภอบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพฯ 10600
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนเบญจมราชูทิศ
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเคมี จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2553	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2554	การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ