

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวทางการศึกษาปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง และแบบกำหนดแนวทาง

ปริญญานิพนธ์

ของ

สายันท์ ทองกัน

๗๗ ก.พ. ๒๕๓๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
 ทางหลักสูตร ปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

กันยายน ๒๕๓๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๕ ๕๗๐๗๖

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวทางการคิดทอปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 ที่กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง และแบบกำหนดแนวทาง

บทคัดย่อ

ของ

สายนท์ ทองกัน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
 ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามัธยมศึกษา วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ธันวาคม 2532

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวทางการคิดทบทวนปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง และแบบกำหนดแนวทาง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนกัณฑ์รลัทธิวิทยา อำเภอกัณฑ์รลัทธิ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ 3×2 Factorial Design วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ Two-Way Analysis of Variance และ t-test

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีแนวทางการคิดทบทวนปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ ด้านการคิดค้นต่อไป แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มทดลองเลือกใช้แนวทางการคิดทบทวนปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไปมากที่สุด และด้านความรู้ความจำน้อยที่สุด

4. นักเรียนกลุ่มควบคุมเลือกใช้แนวทางการคิดทบทวนปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำมากที่สุด และด้านการนำไปใช้น้อยที่สุด

9

A COMPARISON OF ACHIEVEMENT AND COGNITIVE PREFERENCE IN SCIENTIFIC
PROBLEM ANSWERING OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS THROUGH
THE INQUIRY METHOD WITH UNSTRUCTURED AND
STRUCTURED ACTIVITIES

AN ABSTRACT

BY

SAYAN THONGTAN

A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

December 1989

The purpose of this study is to compare the achievement and cognitive preference in scientific problem answering of Mathayom Suksa I Students through the inquiry method with unstructured and structured activities

The subjects were 60 Mathayom Suksa I Students of Kanthalakvithaya School, Amphoe Kanthalak, Sisaket Province, during the first semester of the 1989 academic year. The Subjects were divided into the experiment group, taught through the inquiry method with unstructured activities, and the control group taught through the inquiry method with structured activities. The 3×2 factorial design was used in the study. The two-way analysis of variance and t-test were used for data analysis.

The results of this study were as follows:

1. The scientific achievement of the students between the experimental and control groups was not-significantly different.
2. The scientific problem answering behaviors in these aspects: memory, application and critical question of student between the experimental and control groups was significantly different at the .05 level.
3. The students in the experimental group used scientific problem answering behaviors in the critical question aspects as the most level, memory aspect as the least level.
4. The students in the control group used scientific problem answering behaviors in the memory aspects as the most level, application aspect as the least level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบไต่พิจารณาปฏิญานพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษากาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอก
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพญ้อย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพญ้อย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.จุฑามา วัฒนศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษากาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต ลวชนไพบูลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม กรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สุติมา วัฒนศิริ ผู้ซึ่งได้ประสาทความรู้ ให้แนวคิด ก่อสร้างใจ และตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้กับเป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ลมบูรณ์ ชิตพงศ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ในการสร้าง เครื่องมือ ตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องของ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครู-อาจารย์ และชอบใจนักเรียน โรงเรียน กันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ที่ได้อนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ พี่ เพื่อน รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่าน ซึ่งมีอาทูลว่านามในที่นี้ได้หมด ที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้

ท้ายที่สุดขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของ บิดา-มารดา ที่ได้ให้ความเมตตา ห่วงใย และเป็นกำลังใจ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา พระคุณนี้หาที่เปรียบมิได้ หากปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้ มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ใด ๆ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา-มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณ ที่วางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัย

สายันต์ ทองคำ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารดำเนินงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	10
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	11
ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	11
กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	13
จิตวิทยาพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	20
บทบาทและสมรรถภาพของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	21
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	24
การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง	29
การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	30
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	32
เอกสารเกี่ยวกับการเขียนข้อหาคลอบวัดพฤติกรรมการทางด้านความรู้-ความคิด	42
เอกสารเกี่ยวกับแนวทางการคิดตอบปัญหา	48
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	51
งานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการคิดตอบปัญหา	53
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวทางการคิดตอบปัญหา	57
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	60

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	61
	ประชากร	61
	กลุ่มตัวอย่าง	61
	วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	61
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	62
	เวลาที่ใช้ในการทดลอง	62
	แบบแผนการวิจัย	62
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
	วิธีดำเนินการทดลอง	70
	การวิเคราะห์ข้อมูล	71
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	72
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	75
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	75
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	75
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	84
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	84
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	85
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	85
	การวิเคราะห์ข้อมูล	87
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	87
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	89
	ข้อเสนอแนะ	97
	บรรณานุกรม	99

บท

หน้า

ภาคผนวก 107

ประวัติของผู้วิจัย 238

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงรูปแบบการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบ กำหนดแนวทาง (กลุ่มควบคุม) และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง (กลุ่มทดลอง)	31
2	แบบแผนการวิจัยที่ 1	63
3	แบบแผนการวิจัยที่ 2	63
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรม แบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรม แบบกำหนดแนวทางที่มีระดับความสามารถทางการเรียน สูง ปานกลาง ต่ำ	76
5	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด กิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง	77
6	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง	78
7	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด กิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง	79

8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชา วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนด แนวทาง	80
9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	81
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชา วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนด แนวทาง	82
11	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไปของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง	83
12	ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากกลุ่ม สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต	109
13	ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	111
14	ค่า Preference Index ของแบบทดสอบวัดแนวการคิดตอบปัญหาใน วิชาวิทยาศาสตร์	113
15	ค่าตอบแต่ละพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ด้านความรู้ความจำ 2 ด้านการนำไปใช้ 3 ด้านการคิดค้นต่อไป	114

16	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ของ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	115
17	คะแนนแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการ นำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของกลุ่มทดลอง	116
18	คะแนนแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการ นำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของกลุ่มควบคุม	118

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)	26
2 แสดงรูปแบบต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ของ ASEP	27

ภูมิหลัง

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญ และมีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกำลังพยายามสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะตระหนักดีว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (สุนันท์ สังข์อ่อง. 2529 : 1) ดังนั้นเพื่อเป็นการเตรียมคนให้ก้าวไปให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เราจะต้องสร้างคนให้รู้จักคิดวิเคราะห์ มีไหวพริบดี และมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ (สมหวัง ชัยทามล. 2528 : 1) โดยเฉพาะในวงการศึกษาศาสตร์ถึงกับยอมรับว่า "คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น" นั่นคือปรัชญาของการศึกษาศาสตร์ในปัจจุบัน (สุณีย์ คล้ายนิล. 2530 : 54) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าคุณลักษณะดังกล่าวจะเป็นเพียงศักยภาพส่วนบุคคล ซึ่งย่อมแตกต่างกันออกไป (ทอมมวล ใจชื่อ. 2529 : 2) แต่สิ่งเหล่านี้ก็สามารถจะปรับปรุงและพัฒนาให้สูงขึ้นได้ เช่น อาจจะปรับปรุงโดยมองจากภาพรวมทั้งหมด หรือมุ่งพิจารณาตอนใดตอนหนึ่งในกระบวนการจัดการศึกษา (หยอม หันมณี. 2524 : 1) ซึ่ง สาโรช บัวศรี (2518 : 7 - 9) ได้ให้ข้อคิดไว้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคือหัวใจที่เป็นจุดหมายปลายทางที่สำคัญของการศึกษา เพื่อเตรียมคนให้พร้อมที่จะเผชิญกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม ทำให้คนนักเรียนรู้จักคิดเป็น วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์เป็น และในที่สุดจะทำให้คนนักเรียนสำนึกในคุณค่าของศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีใช้การทองจำ (หยอม หันมณี. 2524 : 2) โดยการจัดสถานการณ์และกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมให้

อนึ่ง เนื่องจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นกับว่าบุคคลนั้นมีสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการสนใจมาคิดหรือไม่ เพียงใด นอกจากนั้นวิธีการ ทบทวนปัญหา ผู้ทบทวนแต่ละคนก็ย่อมมีลักษณะเฉพาะตัวต่างกัน ดังนั้นถ้าจะประเมินพฤติกรรมการค้นคว้าความรู้ ความคิดนั้น จึงไม่ควรสนใจเฉพาะการทบทวนได้หรือไม่ได้

แต่ควรคำนึงด้วยว่าการที่คอมแบบนั้นเขามีแนวหาคำตอบอย่างไรด้วย (Heath. 1964 : 539 - 544) ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถ ตลอดจนทั้งแนวทางคิดของนัก เรียนดีขึ้น และสำหรับในส่วนของหลักสูตร วิทยาศาสตร์ปัจจุบันภายใต้ความรับผิดชอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ก็ได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) มาใช้ ทั้งนี้ เพราะวิธีการดังกล่าวเป็นการสอนที่เน้นพัฒนาความสามารถในการคิดของนัก เรียนต่าง ๆ ด้วยวิธี วิทยาศาสตร์ เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทในการค้นคว้า พิสูจน์ และทดลอง หาความจริงโดยไม่เน้นเนื้อหาแต่เพียงอย่างเดียว (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 112) แต่จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักค้นคว้าหา เหตุผลและสามารถคิดของปัญหาต่าง ๆ ด้วย ตนเอง (ปราโมทย์ แก้วสุข. 2528 : 3)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ สสวท. ได้เสนอแนะไว้ จะพบว่า ส่วนใหญ่ได้มีการกำหนดปัญหา วิธีการทดลอง อย่างมีขั้นตอนและรูปแบบที่แน่นอนไว้แล้ว นักเรียนเพียงแต่ปฏิบัติตามก็สามารถค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ในที่สุด การสอนแบบนี้เป็นการสอนที่กำหนดแนวทางของกิจกรรม (Structured Activities) ซึ่ง สุวัจน์ นิยมคำ (2517 : 128) กล่าวว่า วิธีสอนแบบนี้ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดได้มากนัก ประกอบกับในสภาพที่เป็นจริงครูก็พยายามสอนตามแนวการสอนในคู่มือครูของ สสวท. เพื่อ ต้องการให้นักเรียนได้รับ เพียงข้อสรุปที่ถูกต้อง นักเรียนจึงไม่พยายามใช้ความคิดด้วยตนเอง และไม่สามารถคิดอะไรได้ถ้าครูไม่เปิดโอกาสหรือจัดกิจกรรมให้ได้คิด (หอมเวล ใจชื่อ. 2529 : 2) ซึ่งสอดคล้องกับ อุทัย บุญมาติ (2529 : 1) ที่ว่า นักเรียนไม่ได้สอนให้ได้คิด ทำหรือจะค้นคว้าสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เท่ากับเป็นการชักจูงให้นักเรียนยอมรับปัญหาและแนวทางการคิดในแบบเรียน ซึ่ง เหมือนกับการให้ความรู้แบบบังคับนั่นเอง (Hanson. 1976 : 32 - 33) ดังนั้นจึงได้เสนอแนะวิธีสอนอีกแบบหนึ่ง คือวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจัดกิจกรรม แบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Activities) โดยกล่าวว่า การจัดกิจกรรมแบบนี้ เป็นการให้อิสระแก่นักเรียนในการวางแผน กำหนดวิธีค้นคว้า รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และหาข้อสรุปด้วยตนเอง (Romey. 1968 : 23) ซึ่งสามารถที่จะสนอง ความอยากรู้อยากเห็น อันจะเป็นแนวทางอย่างหนึ่งในการที่จะช่วยพัฒนาการคิดของปัญหาของนักเรียนได้

หนึ่ง บงบุทฺธ สายคง (2527 : 68) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้กลุ่มทดลองสอนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง ผลการทดลองพบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและต่อมา อารายา แลงไชย (2529 : 76 - 78) ก็ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง พบว่าในกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางจะมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ซึ่ง คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 อย่างไรก็ตามเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและแบบกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น เท่าที่ศึกษามา พบว่า มีทั้งที่แตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนหนึ่งนั้นจะเป็นผลเนื่องมาจากวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางนั้นนักเรียนจะต้องคิดค้นด้วยตนเองมากและนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนแบบนี้ จึงอาจทำให้เกิดความตึงเครียดในระยะแรกสำหรับนักเรียนที่มีทักษะไม่เพียงพอ (บงบุทฺธ สายคง. 2527 : 69) ซึ่งหากว่าได้มีการแก้ไขและพัฒนารูปแบบของการจัดกิจกรรมดังกล่าวโดยให้ได้รับการฝึกคิดฝึกหาคำตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง ก็จะเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในด้านการคิด และแนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งเกี่ยวกับเรื่องนี้ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 87) ได้เคยทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมีการจัดกิจกรรมแตกต่างไปจาก สสวท. ที่มีต่อแนวทางการคิดตอบปัญหาโดยให้กลุ่มทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้ง สมมติฐานและพยากรณ์ ส่วนกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการทดลองพบว่า แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ ด้านการคิดค้นต่อไปของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเลือกใช้
แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นต่อไปมากกว่าด้านความรู้ความจำและ
ด้านการนำไปใช้ ส่วนด้านความรู้ความจำกับด้านการนำไปใช้ไม่แตกต่างกัน ขณะที่กลุ่มควบคุม
เลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำมากที่สุด รองลงมาเป็น
ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไป ตามลำดับ

จากผลการวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ในปัจจุบันตามแนวทางของ สสวท. นั้น มีความเหมาะสมและมีแนวโน้มที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ
ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แต่จะต้องปรับปรุงในส่วนของการเรียนการสอน
เพื่อให้เอื้อต่อการพัฒนาแนวทางในการคิดตอบปัญหาให้ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าสภาพปัญหา
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ สสวท. ยังขาดการจัด
กิจกรรมในส่วนที่จะช่วยพัฒนาความสามารถทางสมองของนักเรียน เนื่องจากขั้นตอนต่าง ๆ
ในการค้นหาคำตอบ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการลงข้อสรุป
ได้ถูกกำหนดให้แนวทางไว้แล้ว นักเรียนจึงไม่พยายามที่จะคิดและหาคำตอบจากการแสวงหา
ด้วยตนเอง เพราะเพียงแต่ปฏิบัติตามแนวทางซึ่งระบุไว้ตามขั้นตอนก็สามารถหาคำตอบได้
ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า ถ้าได้มีการปรับปรุงในส่วนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ สสวท. เปิดโอกาสและให้อิสระในการแสวงหาความรู้
ด้วยตัวของนักเรียนเองโดยอาศัยรูปแบบของการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางแล้วน่าจะ
มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถทางสมองของนักเรียนได้ เพราะนักเรียนจะต้องสรุปแนวทาง
ความคิด และการตัดสินใจด้วยตนเองตลอดเวลา ซึ่งถ้าหากได้มีการปลูกฝังและทดลองปฏิบัติ
อย่างสม่ำเสมอ แล้วก็น่าที่จะมีผลต่อการพัฒนาแนวทางการคิดตอบปัญหาของนักเรียนได้เป็น
อย่างดี อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกตืใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำวิจัย

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและแบบกำหนดแนวทาง

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อ เปรียบ เปรียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
2. เพื่อศึกษามโนทัศน์ระหว่าง ระดับ ความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
3. เพื่อ เปรียบ เปรียบแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้านระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
4. เพื่อ เปรียบ เปรียบการเลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
5. เพื่อ เปรียบ เปรียบการเลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงผลของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและแบบกำหนดแนวทาง ในด้านที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางในการเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสม สมกับ ระดับ ความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน
2. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะเป็นตัวอย่างในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เกี่ยวกับการพัฒนาแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 10 ห้องเรียน ทั้งหมด 450 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 2 ห้องเรียน ทั้งหมด 60 คน โดยแบ่งเป็น

2.1 กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

2.2 กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

3. เวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 สอนกลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการสอนครั้งนี้คือ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ซึ่งเป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 (ว 101) ที่จบในตัวเอง และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างยังไม่เคยเรียนมาก่อน

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

5.1.1 การสอนวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็น

5.1.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

5.1.1.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรม

แบบกำหนดแนวทาง

5.1.2 ระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียน จำแนกเป็น

5.1.2.1 ระดับความสามารถทางการเรียนสูง

5.1.2.2 ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง

5.1.2.3 ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ

5.2 ทัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.2 แนวทางการศึกษาปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็น

5.2.2.1 แนวทางการศึกษาค้นคว้าความรู้ความจำ

5.2.2.2 แนวทางการศึกษาค้นคว้าการนำไปใช้

5.2.2.3 แนวทางการศึกษาค้นคว้าการคิดค้นต่อไป

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสงสัยและสนใจแก้ปัญหา ทั้ง สมมติฐาน นักเรียนทำการทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล ให้ความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง หมายถึง การเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์เพื่ออธิบายให้นักเรียนหาคำตอบถึงปัญหา สมมติฐาน การออกแบบการทดลองและวิธีทดลอง นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติตามวิธีทดลองและลงข้อสรุปจากข้อมูล โดยการตอบคำถามที่ครูกำหนดไว้เป็นแนวทาง

3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง หมายถึง การเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาจากสถานการณ์

ทั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองและวิธีทดลอง ปฏิบัติตามวิธีทดลองและลงข้อสรุปด้วยตนเอง ให้ครอบคลุมปัญหาที่ศึกษา

4. ระดับความสามารถทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่ง เป็นระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ โดยถือเอาคะแนนการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งดังนี้

4.1 ระดับความสามารถทางการเรียนสูง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ตำแหน่ง เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป

4.2 ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ตำแหน่ง เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 26 - 74

4.3 ระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ตำแหน่ง เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต โดยวัดจากความสามารถในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจำแนกความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

5.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

6. แนวการคิดตอบปัญหา หมายถึง แนวการคิดที่บุคคลใช้ตอบปัญหา ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาแนวการคิดตอบปัญหา 3 ด้าน คือ

6.1 การตอบปัญหาโดยใช้แนวการคิดตอบปัญหาด้านความรู้ความจำ หมายถึง การตอบปัญหาโดยใช้ข้อมูล ข้อเท็จจริง ศัพท์ทางวิชาการที่จดจำและระลึกได้ในเรื่องราวนั้น ๆ โดยไม่ต้องคิดพิจารณาอย่างลึกซึ้ง

6.2 การตอบปัญหาโดยใช้แนวการคิดตอบปัญหาด้านการนำไปใช้ หมายถึง การตอบปัญหาโดยการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แปลกออกไป แต่เป็นเรื่องที่อยู่ในสาขาเดียวกัน

6.3 การตอบปัญหาโดยใช้แนวการคิดตอบปัญหาด้านการคิดค้นต่อไป หมายถึง การตอบปัญหาโดยการวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ เรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดมาให้อย่างมีเหตุผล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เที่ยงตรง กว้างขวางยิ่งขึ้น รวมถึงการเสนอสมมติฐานเพื่อการคิดค้นต่อไป

แนวการคิดตอบปัญหาทั้งสามลักษณะดังกล่าว สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.2 กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.3 จิตวิทยาพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.4 บทบาทและสมรรถภาพของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.5.1 การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
 - 1.5.2 การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการเขียนข้อทดสอบวัดพฤติกรรมทางด้านความรู้-ความคิด
4. เอกสารเกี่ยวกับแนวทางการคิดตอบปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. งานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการคิดตอบปัญหา
3. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวทางการคิดตอบปัญหา

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) นับเป็นวิธีการสอนที่มีบทบาทมากในการเรียนการสอนปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในต่างประเทศผู้นำในการใช้วิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ รูดแมน (Richard Suchman) โดยได้ตั้งโครงการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1961 โดยเน้นการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนค้นพบหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2521 : 43) ส่วนประเทศไทยนั้น ผู้ที่ได้นำเอาวิธีสอนแบบนี้มาสู่วงการศึกษาก็คือ วีรยุทธ วิเชียรโชติ ในปี พ.ศ. 2513 - 2514 โดยตั้งเป็นโครงการวิจัยการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้น ซึ่งทั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากมูลนิธิเอเซีย

ในปี พ.ศ. 2515 ได้มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขึ้น เพื่อพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งในส่วนที่เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์นั้น สสวท. ได้นำเอาวิธีการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการเรียนการสอนด้วย (มานี จันทวิมล. 2520 : 9)

1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซันด์และโทรบบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 62 - 65) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้หรือความจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กูด (Good. 1973 : 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ไว้ 2 ประการด้วยกัน คือ

1. ความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์โดยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้โดย

การถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหา ในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น (Problem - Solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ของการ แยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปหาพิ้งอย่างชัดเจน ประเมินรู้คิดค้น ศึกษามหาบายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาด สามารถทดสอบได้ และการสรุปอย่างมีเหตุผล

2. ความหมายทางการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น การสอนแบบเกี่ยวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem - Solving Approach) โดยระบุ ลักษณะสำคัญดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

✓ สุวัชร นิยมคำ (2517 : 125) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่ผู้ให้ให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหา ความรู้เอาเอง ซึ่งได้คำตอบเหมือนกับที่ครูบรรยายหรือเหมือนกับที่เขียนไว้ในหนังสือตำรา

✓ วิรุพ ธิ วิเชียรโชติ (2521 : 35) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการแสวงหาความรู้ไปสู่การค้นพบต่าง ๆ ที่เป็นวิทยาศาสตร์และสรุปลงด้วยการนำเอาหลักเกณฑ์นั้นไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงในรูปของ ประยุกต์วิทยาศาสตร์

เสริมศรี เสวตามร และลาสิ งามศิริ (2521 : 73) กล่าวว่า หลักการของการสืบเสาะหาความรู้เน้นให้นักเรียนคิดค้นคว้าด้วยตนเอง แต่วิธีการนั้นมีหลายอย่าง นักเรียนจะถามคำถามหรือครูจะถามคำถาม นักเรียนจะทดลองหรือครูจะทดลองก็ได้ ข้อสำคัญคือ จะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจสงสัยเสียก่อน

ผดุงยศ ทวงมาลา (2523 : 63) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ หรือหาความจริงด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะสร้าง

สถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนลงมือกระทำการทดลอง เพื่อคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดความสงสัย เป็นการปลูกฝังและสร้างนิสัยความเป็นคนช่างคิด และรู้จักแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ ที่ลงมือปฏิบัติจะมีส่วนช่วยพัฒนารูปแบบและแนวความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

1.2 กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซุกแมน (วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2521 : 43 - 45 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. 1961) ได้จัดโครงการวิจัยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นในปี ค.ศ. 1961 ที่มหาวิทยาลัยฮิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา โดยเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการให้นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนค้นพบหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งนับว่าเป็นก้าวสำคัญในระยะแรกเริ่มของการศึกษาวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนของซุกแมนแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา ครูสร้างสถานการณ์ที่ขัดแย้งกันในหลักการ เพื่อให้ นักเรียน เกิดช่องว่างระหว่างโครงสร้างการรับรู้และความคิด เห็นเกิดกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ทำให้นักเรียนเกิดความกระหายที่จะสืบค้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ชักถาม นักเรียนจะตั้งคำถามเพื่อชักถามครู โดยจะต้องตั้งคำถามนั้นให้อยู่ในรูปที่จะตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" เท่านั้น การที่กำหนดคำถามเช่นนี้ก็เพื่อที่จะให้การสืบเสาะหาความรู้เป็นไปอย่างอุปมาน (Induction) ให้มากที่สุดที่จะทำได้

นักเรียนจะได้รับภาระกระตุ้นให้รวบรวมข้อมูลโดยการถาม ซึ่งเป็นการบังคับให้นักเรียนใช้เหตุผลเชิงอุปมา และนักเรียนจะทำการทดสอบสมมติฐานหรือทฤษฎี โดยการทดลองด้วยคำพูดเป็นส่วนใหญ่ ครูไม่จำเป็นต้องจัดหาวัสดุมาให้ นักเรียนทำการทดลองเพิ่มเติม เพราะถ้าให้นักเรียนทำการทดลองจริง ๆ เวลาส่วนใหญ่จะถูกใช้ไปในการทดลอง ทำให้เวลาที่จะเน้นในการคิดค้นน้อยลง

ขั้นที่ 3 วิจารณ์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยคำถาม ขั้นนี้ครูจะ
ช่วยวิจารณ์ว่า นักเรียนควรปรับปรุงการถามอย่างไร บางครั้งครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียน
เครื่องบันทึกเสียงให้นักเรียนไต่หังคำถามของตนเอง แล้ววิจารณ์ว่าตอนใดไม่เหมาะสมและ
ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

คอสมทา (Goldmark. 1966 : 13 ; citing Costa. n.d.)

ได้ให้คำอธิบาย เกี่ยวกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามโปรแกรมของซุคแมนไว้ว่า เพื่อให้
นักเรียนสามารถนำและควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูจะต้องจัดเตรียมบรรยากาศและ
สถานการณ์ที่จำเป็น วางโครงสร้างของกระบวนการ จัดลำดับและช่วยให้เด็กเรียนประเมินผล
กระบวนการ ดังนั้นครูจึงเป็นเสมือนผู้อำนวยความสะดวกและนักเรียนเสมือนผู้ดำเนินการ
เรียนของตนเอง นอกจากนี้ยังเน้นว่า เมื่อนักเรียนเป็นอิสระจากความกดดัน มีสิ่งแวดล้อมทาง
กายภาพและสังคมที่อำนวยความสะดวกการทำงาน นักเรียนก็จะสามารถดำเนินการสืบเสาะหาความรู้
ไปด้วยดีและเต็มใจที่จะติดตามกระบวนการ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามโปรแกรมของ
ซุคแมน เป็นกระบวนการสร้างและทดสอบทฤษฎี โดยผ่านการทดลองและการรวบรวมข้อมูล ผล
ของการฝึกการสืบเสาะหาความรู้จะเปลี่ยนนักเรียนจากผู้รับรู้ไปสู่การเป็นทั้งผู้ผลิต
และผู้รับรู้โลก นักเรียนจะเป็นทั้งผู้ที่สามารถใช้ ประเมิน และสรุปทฤษฎีได้อย่างมีเหตุผล
จึงมุ่งหมาย ซึ่งซุคแมนตั้งไว้สำหรับโปรแกรมการสืบเสาะหาความรู้คือ

1. เพื่อเร้าและสนับสนุนให้นักเรียนติดตามหาความหมายของสถานการณ์
ที่กำหนดขึ้น

2. เพื่อสร้างสถานการณ์ให้เป็นไปได้ในการติดตามและเกิดผลผลิต

3. เพื่อค้นหาวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบต่าง ๆ เพื่อช่วยให้เด็กเรียน

กลายเป็นนักสืบเสาะหาความรู้ที่มีประสิทธิภาพและเต็มไปด้วยเจตจำนงแน่วแน่ในการ
สืบเสาะหาความรู้ของซุคแมนนี้ จัดเป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยการนำตนเอง (Self -
Directed Inquiry)

โกลด์มาร์ค (Goldmark. 1968 : 51 - 52) ได้เสนอยุทธศาสตร์
การสอบแบบสืบเสาะหาความรู้เอาไว้ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณาปัญหา ครูเสนอปัญหาใดปัญหาหนึ่งให้นักเรียน
ปัญหาที่ครูนำมานี้อาจ เป็นปัญหาที่แสดงความขัดแย้งไม่พอใจ หรือปัญหาความยุ่งยากต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 เลือกแนวทางที่ดีที่สุด หลังจากในชั้นได้ช่วยกันรวบรวมผลที่จะ
เกิดขึ้นได้แล้ว ครูจะให้นักเรียนช่วยกันลงความเห็น อาจจะให้นักเรียนลงความเห็นด้วยการ
ยกมือ ต่อจากนั้นครูจะให้นักเรียนพิจารณาเหตุผลหรือ เกณฑ์มาตรฐานที่สำคัญที่สุดในการเลือก
ของเขา

ขั้นที่ 3 พิจารณาค่านิยมและสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับ เหตุผลที่นักเรียนเลือก
ในชั้นที่ ประเด็นสำคัญจะอยู่ที่การพิจารณาเหตุผลของนักเรียน นักเรียนจะรวบรวมรายการ
ข้อสมมติฐานที่อาจใช้ในการเลือกแนวทางนั้น หลังจากให้นักเรียนได้แจ่มแจ้งสมมติฐานต่าง ๆ
แล้วครูจะให้นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานเหล่านั้นว่าเป็นจริงหรือไม่ มีโอกาสสำคัญที่มันจะ
เกิดขึ้น นักเรียนรู้ได้อย่างไร นักเรียนที่เห็นด้วยหรือไม่ จากนั้นนักเรียนในชั้นก็จะได้
ข้อตกลงร่วมกัน ครูจะให้นักเรียนพิจารณาว่าในสมมติฐานเหล่านี้ แสดงให้เห็นค่านิยมของ
นักเรียนอะไรบ้าง

ขั้นที่ 4 สืบสวนสอบสวนเพื่อค้นหาคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนจะระดมวิธีการ
แก้ปัญหาและตรวจสอบ เหตุผลหรือ เกณฑ์มาตรฐานในการเลือกทำเช่นนั้น นอกจากนั้นนักเรียนในชั้น
จะตรวจสอบสมมติฐานที่จะสนับสนุนเหตุผลของนักเรียนด้วย และตรวจสอบว่าสมมติฐานเหล่านี้
สะท้อนให้เห็นค่านิยมอะไรบ้าง ในขั้นนี้ครูจะชี้ทางนักเรียนในการวิเคราะห์กระบวนการสืบสวน
สอบสวนดังนี้ เช่น นักเรียนใช้กระบวนการคิดอย่างไร นักเรียนใช้เครื่องมือและทักษะการตัดสินใจ
อะไรบ้าง เป็นต้น

วิรุพท วิเชียรโชติ (2521 : 21 - 22) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2513 โดยใช้ชื่อเรียกว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
และได้เสนอวิธีการสอนซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สังกัปแนวทาง (สน) คือ ขั้นที่ครูปลุกความหรรษาให้นักเรียน
หึ่งในด้านรู้และการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนกระหายใคร่จะแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 2 สังเกต (ส) คือขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้สังเกต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือการแสดงละครปริศนา ในขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการวิเคราะห์

ขั้นที่ 3 อธิบาย (อ) คือขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือหาสาเหตุของปัญหาของจิตในรูปของการใช้เหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งทฤษฎี การคิดแบบมีเหตุผล การฝึกวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุหรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ

ขั้นที่ 4 ทำนายและทดสอบ (ท) คือขั้นที่ครูช่วยให้นักเรียนรู้จักหาวิธีที่จะพิสูจน์คำอธิบาย หรือทฤษฎีที่นักเรียนได้ช่วยกันสร้างขึ้น โดยการฝึกให้รู้จักการทำนายผล ตลอดจนการทดสอบ สมมติฐานนั้น

ขั้นที่ 5 ควบคุมและคิดสร้างสรรค์ (ค) คือขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนเอาหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีแก้ปัญหามาพัฒนาไปใช้ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกตัวมนุษย์

ทุกขั้นที่กล่าวมานี้ ครูใช้คำถามเป็นสื่อสำคัญในการสอนและเร้าให้นักเรียนถามคำถามเพื่อสืบเสาะหาความรู้เป็นขั้น ๆ จนสามารถค้นพบความจริง

ผดุงยศ ถาวงมาลา (2523 : 65 - 66) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ขั้นนี้ครูจะจัดสถานการณ์ กิจกรรม หรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหาข้อใจขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งเป็นขั้นนำให้นักเรียนสืบเสาะต่อไปว่าจะอะไรคือที่มาของปัญหา หรือปัญหานั้นจะอธิบายได้อย่างไร ในขั้นนี้ต้องให้นักเรียนคิดพิจารณาหรือใช้ทักษะการสังเกตพิจารณาสภาพของปัญหา เพื่อให้นักเรียนรู้จักตั้ง สมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาในเบื้องต้น

ขั้นที่ 2 สำรวจ ค้นหาหรือขั้นปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะค้นหาเหตุผล หาข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนอาจจะต้องใช้วิธีการหลายวิธี รวมทั้งสอบถามจากครูด้วย ครูต้องไม่ตอบปัญหาโดยการบอกหรือบรรยายให้ฟัง หากจำเป็นจะต้องคอยคอย ไม่มีการหลีกเลี่ยง ให้ใช้วิธีทดลองให้ดูหรือใช้วิธีรูกคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion)

เมื่อรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจค้นคว้าหรือปฏิบัติการได้แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายถึงผลที่ได้ เพื่อโยงไปสู่สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นความจริงมากน้อยเพียงใด หากสมมติฐานนั้นเป็นจริงก็ให้สรุปเป็นความรู้ต่อไป

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นนิมิตหรือ

หลักการต่าง ๆ ได้แล้ว ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่าสิ่งให้นักเรียนสืบเสาะได้นั้น จะนำไปใช้ได้อย่างไร หรือจะนำไปผสมผสานกับความรู้อื่น ๆ ที่เรียนมาแล้วให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้อย่างไร

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์
ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 118 - 119) ได้แบ่งขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้
นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั่น การนำเข้าสู่บทเรียนนี้ทำได้หลายวิธี ความสำคัญอยู่ที่ว่าผู้สอนจะเลือก
หรือปฎิบัติวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับ เนื้อหาและ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีอยู่ในแบบเรียน หรือคู่มือครูได้มากน้อยเพียงใด อย่างไรก็ตามมี
ข้อเสนอแนะว่า สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะต้องอยู่ใกล้ตัว ถึงจุดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่ง
ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา
ข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้ต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลักโดยใช้คำถาม
เป็นชุดต่อเนื่องกันและสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบ
ที่อาจเป็นไปได้ (สมมติฐาน) ในที่สุด คำตอบที่อาจเป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบ
การทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์การทดลอง

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและ
ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในขั้นตอนนี้เป็นคำถามที่นำไปสู่การอภิปรายก่อนการทดลอง

โดยทั่วไปแล้วจะอภิปรายครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้คือ การออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนของการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ถ้าเป็นการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องลงมือดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งเอาไว้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความเหมาะสม ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่มเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองในห้องได้ เราอาจใช้ตารางบันทึกข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทำการทดลองมาก่อนมาใช้อภิปราย เพื่อนำสรุปผลต่อไป โดยนักเรียนไม่ต้องดำเนินการทดลองโดยตรง

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้อาศัยข้อมูลที่ไต่จากการทดลอง เป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

✓ สมจิต ลวชนไพบูลย์ (2526 : 105 - 110) กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นขั้นตอนการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ เรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจมาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้มาจากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลองและแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคล ในการจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจได้มา 3 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหาแต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ครูกำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปเป็น
ความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น

2. ขั้นสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำรวจ
แล้วนักเรียนจะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียด
อื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้ อาจยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องนำไปคำนวณและ/หรือจัดกระทำ
ใหม่เสียก่อนจึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไป ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ใน
รูปของนิยามหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมี
โอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนที่เคยพบมาแล้ว หรือนำความรู้
ที่ได้ไปใช้เป็นฐานสำหรับเรียน เรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้ เป็นการทดสอบความถูกต้องของ
ความรู้

พรณี ภวภูตานนท์ (2528 : 33 - 34) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียน
การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีได้วางแนวทาง และใช้อยู่ในปัจจุบันว่า ประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน ดังนี้
โดยพิจารณาจากกิจกรรมสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่
การอภิปรายและการทดลอง ไว้ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนด
ปัญหาหรือแนะแนวทางให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือการตั้งสมมติฐานและหาวิธีการทดลอง
เพื่อทดสอบสมมติฐานแล้วแต่กรณี ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้เป็นการช่วยฝึกและปลุกฝังให้นักเรียน
รู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ
หาความรู้ ในการไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับ
ผู้อื่น ถึงแม้ว่าการทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม
ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยไม่มีการทดลองก็ได้

แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอภิปรายสรุป หรือการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล ดังนั้นในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเกิดขึ้นได้ โดยไม่มีการทดลอง เลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป หรือแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

จากแนวคิดต่าง ๆ ดังได้กล่าวแล้ว เราจะเห็นว่ากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ส่วนใหญ่แล้ว จะมีขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่เสนอไว้ในแนวเดียวกันคือ เริ่มตั้งแต่ปัญหา อาจจะเป็นปัญหาที่ครูกำหนดหรือครูเป็นผู้ยั่วให้นักเรียนเป็นผู้คิดค้นทั้งสมมติฐาน ขั้นตอนทดลองและขั้นสรุปผลการทดลอง โดยกิจกรรมเหล่านี้ นักเรียนอาจจะทำเองทั้งหมด หรือทำบางกิจกรรม โดยครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบของการจัดกิจกรรมที่ไม่กำหนดแนวทาง ทั้งนี้เพื่อเป็นการฝึกหัดให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดและแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นทางหนึ่งในการที่จะช่วยพัฒนาการคิดและแก้ปัญหาต่อไป

1.3 จิตวิทยาพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คูวธัก นิยมคำ (2517 : 125 - 126) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังต่อไปนี้

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นถ้าเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาคำตอบนั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้น ยั่วให้เด็กเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับนักเรียน และครูจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว
3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความสร้างสรรค์ให้นักเรียนมีโอกาสใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

นอกจากนี้ ทฤษฎีของ เพียเจต์ ก็นับว่าเป็นพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีโครงสร้างทางความคิดประกอบด้วย (ประสาท อิศรปริศา,

1. โครงสร้างการดูดซึม (Assimilation Structure) คือการเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการเรียน นักเรียนจะเรียนรู้โดยการใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิด

2. โครงสร้างการปรับปรุง (Accommodation Structure) คือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิม ถ้าไม่ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิมก็ไม่สามารถจะรับความรู้ใหม่ได้

1.4/ บทบาทและสมรรถภาพของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สุวัจน์ นิยมคำ (2517 : 127) กล่าวว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูควรมีบทบาทในการเรียนการสอน ดังนี้

1. บ่อนคำถามแก่นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องรู้จักการบ่อนคำถาม ว่าจะถามอะไร เด็กจึงจะเกิดความคิด ความจำ ความเข้าใจ และควรตอบคำถามนักเรียนบ้าง

2. เมื่อได้ปัญหาแล้ว ให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปราย วางแผนแก้ปัญหา หรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงได้จึงลงมือปฏิบัติการ

3. ถ้าปัญหายากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา หรือกำหนดวิธีแก้ปัญหาก็ ครูและนักเรียนอาจร่วมกันแก้ปัญหาก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 - 7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมการล่วงหน้าในด้านเนื้อหา อุปกรณ์และคำถามของบทเรียน เรื่องนั้น ๆ ให้มากขึ้น

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลองและร่วมอภิปรายทุกคน

3. ครูควรใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน

4. ควรให้ความสนใจหาคำถามของนักเรียนทุกคน และเมื่อนักเรียนถามอย่างตอบคำถามทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง

5. ในบางโอกาสครูอาจจะไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ และแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจได้เพียงพอ จึงค่อยสรุป

7. บางครั้งครูอาจจำเป็นต้องนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต การอภิปรายเพิ่มเติมมาใช้ ทั้งนี้เพื่อให้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เกิดผลดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ครูจะต้องมีสมรรถภาพในการสอนหลายประการ จึงจะทำให้การดำเนิยพหาของครูในการสอนประสบผลสำเร็จ สมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็น ได้แก่ (ลมสมัย สมทรัพย์. 2529 ; อ้างอิงมาจาก สลวท. ม.ป.ป.)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
1. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสนใจในปัญหา อยากรู้คำตอบ เกิดความสงสัย นักเรียน เป็นผู้นอง เห็นปัญหาเกิดความสงสัย อยากรู้คำตอบ 2. ครูเป็นผู้ทำให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการ แก้ปัญหา	1. การชักจูง (โดยการถาม การสร้าง สถานการณ์ และการใช้อุปกรณ์ชวนให้คิด ชวนให้สงสัย 2. การใช้คำถาม ตามลำดับความคิดของ การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา (ถามให้สังเกต ให้อธิบาย ให้สร้างสมมติฐาน ให้ออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร ให้หาความรู้ไปใช้)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
3. เมื่อนักเรียนศึกษาค้นคว้า ครูไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยตรง แต่เป็นผู้ยอนคำถามของนักเรียน ในลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อโดยการถว้ยอนหรือซักไซ้ไล่เลียง นักเรียนคิดลึกซึ้งละเอียดขึ้น ในลักษณะที่วิเคราะห์ด้วยเหตุผล ด้วยหลักฐานที่ปรากฏ สามารถสื่อความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน 4. ครูรับคำตอบของนักเรียนแต่ละคนไว้โดยไม่ตัดสินว่าถูกหรือผิดในทันทีทันใด เพื่อให้โอกาสนักเรียน และนักเรียนคนอื่นได้คิดหาคำตอบต่อไป นักเรียนไม่ตัดสินใจเชื่อว่าคำตอบใดถูกหรือผิดในทันทีทันใด นักเรียนคิดต่อและฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 5. ครูสนับสนุนคำตอบที่ต่างไปจากคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง แต่เป็นคำตอบที่มีส่วนถูกหรือ เป็นไปได้ คำตอบที่นักเรียนต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเองหรือเกณฑ์ที่วางไว้ตัดสิน นักเรียนมีความรู้สึกว่าคำตอบโดยความคิดของนักเรียนเองได้กับความสนใจ นักเรียนอยากจะทำคำถามจากความคิด ประสบการณ์ และ	3. การตอบคำถามโดยการย้อนกลับหรือซักไซ้ไล่เลียง (ถามให้ใจความชัดเจน ให้ขยายความ ให้แสดงเหตุผล ให้แสดงหลักฐาน) 4. การเสริมพลัง (โดยใช้วาจา หรือท่าทาง) แสดงการยอมรับการกระทำของนักเรียน การกล่าวชม การแสดงความสนใจ กระตือรือร้น การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น การช่วยเสริมสิ่งที่นักเรียนกำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง 5. การใช้คำถามแบบกว้าง มีคำตอบได้หลายอย่าง และที่ต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเองหรือที่วางไว้ในการตอบ

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
ความรู้ลึกของนักเรียนเอง โดยไม่กลัวผิด ไม่ต้องกังวลว่าจะตอบถูกตรงกับตำราหรือไม่ อยากศึกษากว้างขวางขึ้น อยากคิดอะไรใหม่ ๆ มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักตัดสินใจ 6. ครูพยายามให้เด็กเรียนมีความรู้ลึกว่าการสืบเสาะหาความรู้ นั้น นักเรียนมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นักเรียนแต่ละคนเป็นผู้ตอบคำถาม เป็นผู้เสนอความคิด เป็นผู้เลือกวิธีการ เป็นผู้ตัดสินใจ นักเรียนรู้ลึกว่าปัญหานั้น เป็นปัญหาของนักเรียน นักเรียนอยากแก้ปัญหานั้น และสามารถแก้ปัญหานั้นได้ด้วยตนเอง มีความเชื่อมั่นและนับถือตนเอง 7. ครูให้เวลานักเรียนคิด (เวลาที่สูญเสียไปอาจจะได้รับการชดเชยในแง่ที่นักเรียนรู้จักคิดอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ ทำให้นักเรียนแก้ปัญหานั้นขึ้น และสามารถเก็บรักษาสิ่งที่คิดไว้นาน)	6. การเสริมแรง 7. การรอคำตอบ โดยให้เวลาให้พอสมควร

1.5 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คลาร์ก และสตาร์ฟ (Clark and Starv. 1976 : 224) กล่าวว่า ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย ยุทธศาสตร์ และกลวิธีการสอนมากมาย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีศูนย์กลางอยู่ที่การให้นักเรียนได้ค้นพบข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518 : 1 - 7)

ได้กล่าวถึง วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาว่า ประกอบด้วยกิจกรรมหลักคือ การจัดกิจกรรมการทดลอง และการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน

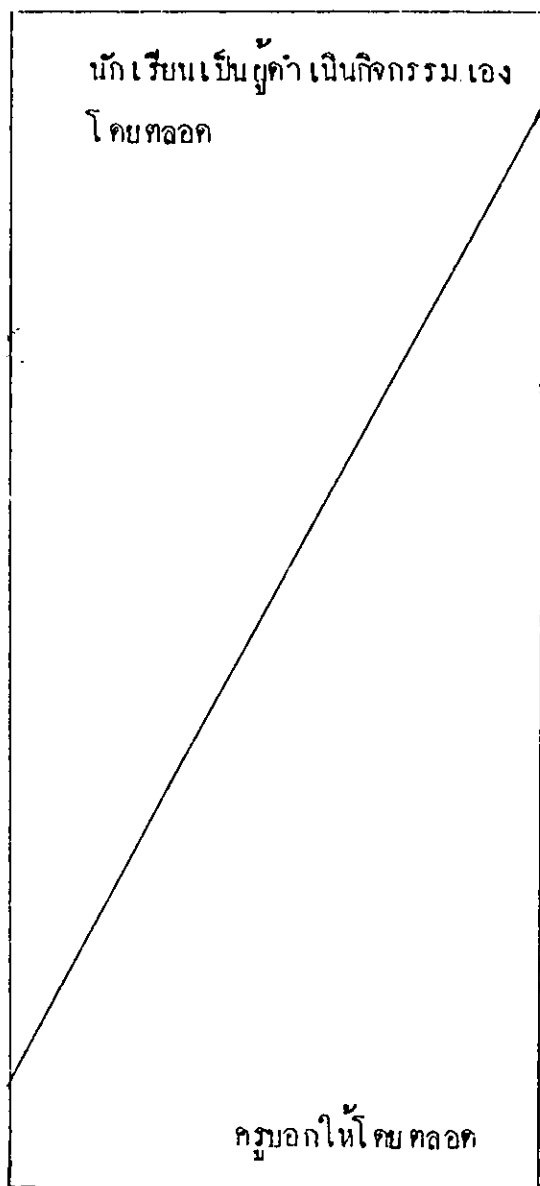
นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2519 : 4 - 5) ยังได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม ดังภาพประกอบ 1 ซึ่งแยกให้เห็นปริมาณการชี้แนะแนวทางของครูจากมากไปหาน้อย ดังนี้

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ

กิจกรรมของนักเรียน

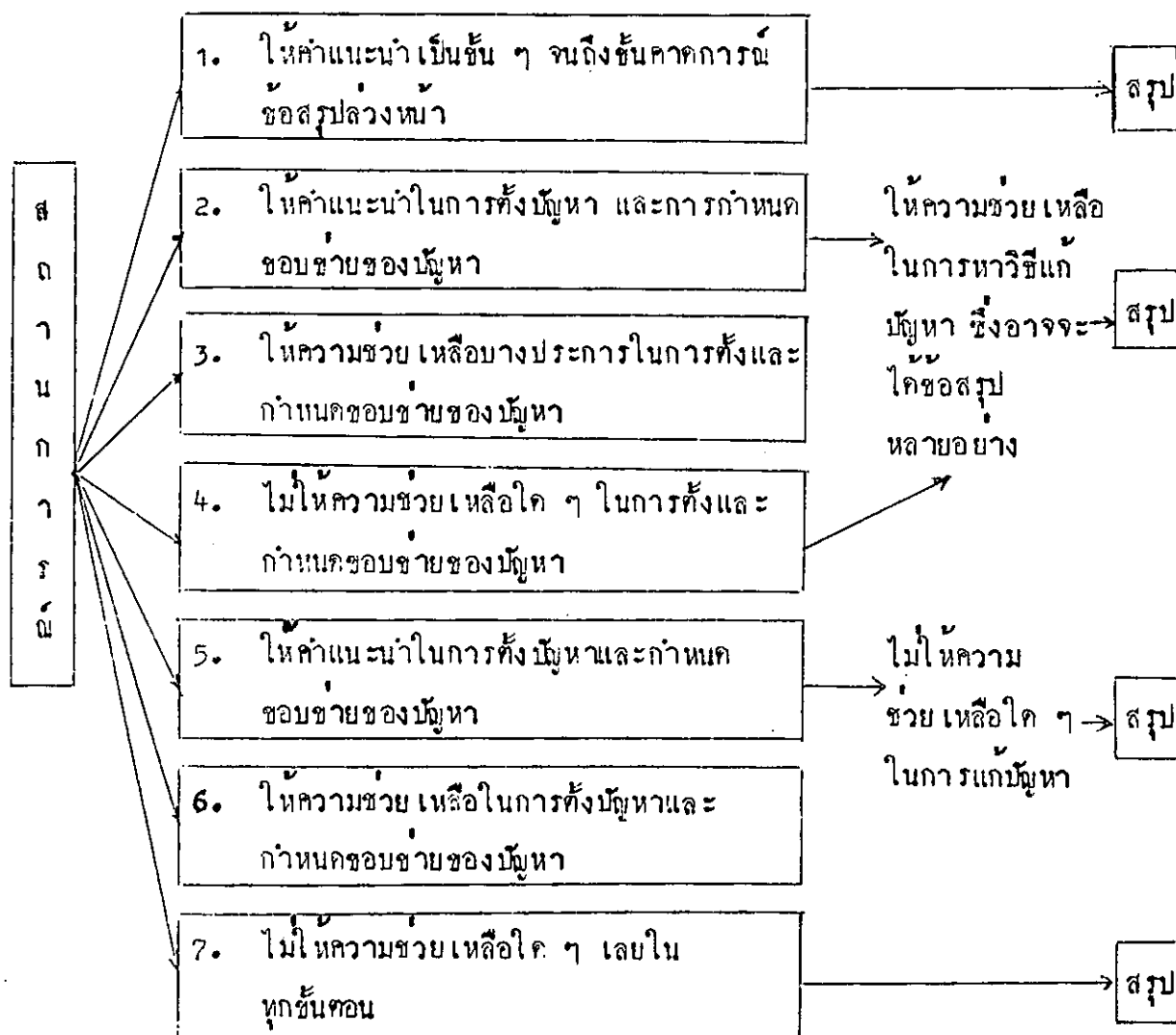
9. เริ่มด้วยการตั้งปัญหาและตัวแปรต่าง ๆ
การสร้างสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง
การทดสอบสมมติฐาน
8. การทดลอง กำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งอาจ
ทำให้ได้ผลการทดลองหลายอย่าง และ
การสร้างสมมติฐาน
7. นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบ
สมมติฐาน
6. กำหนดวิธีการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน
นักเรียนต้องหาข้อมูล เพื่อให้ได้คำตอบ
5. ครูทำการสาธิตเพื่อให้เป็นจุดสนใจนำไปสู่
การใช้คำถาม
4. กำหนดข้อมูลให้ และแนะแนวทางในการ
แปลความหมายข้อมูล
3. บรรยายพร้อมด้วยการใช้คำถาม
2. ทำการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองและ
บอกวิธีสังเกต พร้อมทั้งบอกผลการทดลองให้
1. บรรยาย



กิจกรรมของครู

ภาพประกอบ 1 แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

โครงการวิทยาศาสตร์ศึกษาของออสเตรเลีย (Australian Science Education Project - ASEP) ได้แบ่งวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยพิจารณาจากปริมาณการให้คำแนะนำเรียงลำดับจากการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดลำดับชั้นไว้ล่วงหน้าทั้งหมดถึงการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเองทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 รูปแบบ ดังภาพประกอบ 2 (ASEP : 82)



ภาพประกอบ 2 แสดงรูปแบบต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ

ตัวอย่างการใช้การสืบเสาะหาความรู้จากรูปแบบทั้ง 7 ดังนี้

(ASEP : 83)

1. ปัญหา : อะไรเป็นผลจากระบวนการหายใจของพืช ?
นักเรียนได้รับการช่วยเหลือโดยให้คำแนะนำหรือให้วิธีการทดสอบ
น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ครูคาดการณ์ข้อสรุปล่วงหน้าด้วยการให้นักเรียนเติมคำใน
ช่องว่างว่า "พืชที่อยู่ในที่ ๆ มีแสงจะให้... และ..."
 2. หลังจากการอภิปราย เรื่องการสังเคราะห์แสง นักเรียนได้รับ
ปัญหาและแบบการทดลองในการทดลองว่าคลอโรฟิลล์จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง
 3. นักเรียนถูกแบ่งเป็นพวก ๆ ตามประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่
เขาเคยสังเกตพบการเจริญเติบโตของพืชในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น ให้นักเรียนตั้งปัญหาและ
หาข้อสรุปจากหัวข้อต่าง ๆ เหล่านั้น โดยไม่คาดการณ์ข้อสรุปล่วงหน้าและด้วยการให้คำแนะนำ
มากน้อยต่าง ๆ กัน
 4. ให้นักเรียนมองดูต้นไม้และให้เขียนคำถามด้วยตนเองขึ้นต้นว่า
"ฉันสงสัยว่า..." คำถามเหล่านี้จะได้รับการเลือกเป็นหัวข้อสำหรับการสืบเสาะหาคำตอบ ครูจำกัด
การให้ความช่วยเหลือในรูปของการบอกใบ้และการให้คำแนะนำ
 5. หลังจากการเสนอปัญหา นักเรียนจะเป็นผู้ค้นหาจนได้ข้อสรุปด้วย
ตนเอง
 6. นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบอย่างอิสระ โดยครูช่วยเหลือในการตั้งปัญหา
และกำหนดขอบข่ายของปัญหาที่เหมาะสม นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการจนกระทั่งได้ผลจากการสืบเสาะ
 7. หลังจากการสิ้นสุดของกิจกรรมที่นักเรียนสนใจ นักเรียนจะได้รับ
คำสั่งว่า มีเวลา 2 ชั่วโมงในห้องเรียน ในการเลือกปัญหาที่จะสืบเสาะหาวิธีการแก้ปัญหาคือ
ครูไม่ให้ความช่วยเหลือใด ๆ
- อนันต์ จันทรทวี (2523 : 6) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Active Inquiry นักเรียนสืบเสาะหาความรู้โดยการเป็นผู้ถาม ซึ่งครูจะเป็นผู้เร้าให้นักเรียนเกิดการซักถามตามชั้นต่าง ๆ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. Passive Inquiry ครูเป็นผู้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียน เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. Combine Inquiry ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามตามชั้นต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิด ค้นคว้าหาความรู้ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมา จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ นั้นจะมีรูปแบบแตกต่างกัน ซึ่งจะเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของครู นักเรียนและวัสดุอุปกรณ์ ชันด์และโรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 67 - 68) โรเมย์ (Romey. 1968 : 24) สุภาพ วาดเขียน (2523 : 147) สุวัฑ์ก นิยมคำ (2517 : 127) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังเคยชินอยู่กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้ นั้น ครูควรกำหนดแนวทางในการทำเป็นกิจกรรมไว้ให้นักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้น จึงค่อย ๆ ลดการแนะนำ จนในที่สุดนักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมในการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน

โรเมย์ (Romey. 1968 : 22 - 24) สุวัฑ์ก นิยมคำ (2517 : 128) สุภาพ วาดเขียน (2523 : 147) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง และแบบกำหนดแนวทางไว้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางนั้น เป็นการจัดทำคำแนะนำและกำหนดวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาให้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำแนะนำก็จะได้คำตอบของปัญหาตามต้องการ ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางจะเป็นดังนี้

- 1.1 ครูกำหนดปัญหา
- 1.2 เสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล
- 1.3 ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการในข้อ 1.2

ที่ครูบอก

1.4 เมื่อได้ข้อมูลแล้ว ให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตาม

ข้างบน

1.5 ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูล

นักเรียนบางคนอาจจะถูกบางคนอาจจะผิด ครูจะบอกว่าใครถูกใครผิด

2. การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นการปล่อยให้เด็กเรียนมีอิสระในการที่จะวางแผนกำหนดวิธีการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง ลักษณะการจัดกิจกรรมจะเป็นดังนี้

2.1 ครูตั้งปัญหาให้

2.2 นักเรียนวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ดำเนินการเอง

2.3 ครูคอยช่วยเหลือด้วยการถามให้เกิดความคิด ทำหน้าที่เป็น

พี่เลี้ยง

บางปัญหานักเรียนอาจมองไม่เห็นทางที่จะกำหนดวิธีการค้นหาได้ ครูควร

ทำดังนี้

1. ตั้งปัญหาให้นักเรียนนำไปคิด เป็นการบ้านก่อนการทดลอง

2. บอกเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองให้

3. เมื่อถึงขั้นทดลองให้นักเรียนเสนอวิธีการค้นคว้ามา แล้วมีการอภิปราย แล้วกำหนดวิธีการค้นคว้าที่จะเป็นไปได้ 2 - 3 วิธี

4. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามนั้น

5. เสนอผลงานด้านการอภิปราย

จากรายละเอียดต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้เสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมการสอน 2 แบบ ที่แตกต่างกันในรายละเอียดของการสอน ส่วนขั้นตอนต่าง ๆ นั้นเหมือนกัน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการตั้งคำถาม ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา ขั้นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นลงข้อสรุป ทั้งแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรูปแบบการจัดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
(กลุ่มควบคุม) และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
(กลุ่มทดลอง)

กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
ขั้นสถานการณ์ : ครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ โดยใช้เทคนิควิธีและสื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา ขั้นระบุปัญหา : ครูระบุปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหาให้นักเรียน ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา : ครูบอกสมมติฐาน และออกแบบการทดลองให้นักเรียน ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล : ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีทดลองและบันทึกข้อมูลตามวิธีการที่ครูกำหนด ขั้นลงข้อสรุป : ครูถามให้นักเรียนตอบเพื่อลงข้อสรุปตามแนวทางที่กำหนดไว้ ขั้นอภิปรายสรุป : ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน	ขั้นสถานการณ์ : ครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ โดยใช้เทคนิควิธีและสื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา ขั้นระบุปัญหา : นักเรียนระบุปัญหาและขอบเขตของปัญหาคด้วยตนเอง ครูคอยช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา : นักเรียนตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล : นักเรียนปฏิบัติตามวิธีทดลองและบันทึกข้อมูลตามวิธีการที่นักเรียนกำหนดขึ้น ขั้นลงข้อสรุป : นักเรียนลงข้อสรุปด้วยตนเองให้ครอบคลุมปัญหาที่ศึกษา ขั้นอภิปรายสรุป : ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

2. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผล เป็น เรื่องที่สำคัญที่สุด เรื่องหนึ่งของการพัฒนาการเรียน การสอน วัดดูประสงคืผู้จัดหลักสูตรหรือครูผู้สอนวิชาศาสตร์ต้องการให้บรรลุถึงนั้น สามารถ ระบุพฤติกรรมที่คาดหวังไว่ว่านักเรียนจะแสดงออกครอบคลุมถึงผลที่พึงได้จากการเรียนการสอน วิชาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับวัดดูประสงคืการเรียนการสอนวิชาศาสตร์นั้น คลอฟเฟอร์ (Klopper) นักการศึกษาสาขาวิชาศาสตร์ แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก ได้กำหนดวัดดูประสงคืการเรียน การสอน ซึ่งคัดแปลงมาจากแนวความคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จะต้องประเมินของ เบนจามิน เอส. บลูม (Benjamin S. Bloom) เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา วิชาศาสตร์ โดยต้องการให้ได้ทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิชาศาสตร์ และพฤติกรรมที่ต้องการ ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลง เช่น กระบวนการวิชาศาสตร์ ทักษะและความสามารถ เจตคติทาง วิชาศาสตร์ ความสนใจในวิชาวิชาศาสตร์ การนำไปใช้ เป็นต้น วัดดูประสงคืการเรียน การสอนวิชาศาสตร์ตามแนวคลอฟเฟอร์เป็นที่แพร่หลายมากในปัจจุบัน สำหรับหลักสูตร วิชาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบัน ได้ยึดเป็นแนวทางในการกำหนดวัดดูประสงคืการเรียน การสอนทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย (พิมพ์พันธ์ เกษะคุปต์. 2526 : 196 - 221)

วัดดูประสงคืการเรียนการสอนวิชาศาสตร์ตามแนว คลอฟเฟอร์ คือ

1. ให้มีความรู้และความเข้าใจวิชาศาสตร์

ความรู้และความเข้าใจวิชาศาสตร์นั้น ผู้เรียนอาจได้รับมาจากการกระบวนการ ค้นคว้าทางวิชาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือ และจากการฟังคำบรรยาย เป็นต้น

1.1 ความรู้ทางวิชาศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิชาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว ความจริงเดี่ยวเป็นอนุภาคที่ เล็กที่สุดของความรู้วิชาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้ว ได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น แมลงมี 6 ขา กรดมีรสเปรี้ยว เป็นต้น

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ มโนคติ คือการนำความจริงเกี่ยวกับหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นรูปใหม่ ซึ่งเรียกว่าเป็นความคิดรวบยอด เช่น มโนคติของความหนาแน่นของสาร การเจริญเติบโต กลือ การแพร่ ฯลฯ เป็นต้น

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ หลักการ เป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้จากการนำมโนคติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่ ซึ่งเรียกว่า หลักการกฎวิทยาศาสตร์ คือหลักการที่เน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เช่น กฎของอาคีเมดิส กฎของเมนเดเลเยฟ กฎของโอห์ม เป็นต้น

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ ตัวอย่าง เช่น

อักษรย่อแทนชื่อ Ag แทน ธาตุเงิน

สมการแทนปฏิกิริยา $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl$

เครื่องหมายในวิชาไฟฟ้า $\sim$ แทน ตัวต้านทานไฟฟ้า

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียน เป็นวัฏจักร เป็นวงชีวิต ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก๊าซไนโตรเจน วงชีวิตของผึ้ง วงชีวิตของแมลงหวี่ เป็นต้น

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องรู้เกณฑ์เพื่อใช้จัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น ใช้เกณฑ์ชนิดของสิ่งมีชีวิต แบ่งสิ่งมีชีวิตเป็น โปทิส พืช สัตว์ หรือใช้เกณฑ์เกี่ยวกับวิวัฒนาการการเกิด แบ่งสิ่งมีชีวิตเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ สิ่งมีชีวิตชั้นสูง

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มีมากมายหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายใช้กันอยู่ เช่น วิธีหาความถ่วงจำเพาะของปรอท วิธีศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ เป็นต้น

กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้ เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึง สิ่งที่ผู้เรียนรู้เท่านั้น และความรู้ที่ได้มาจากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ว่าก๊วย นิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง ตัวอย่างของคำศัพท์และนิยามเหล่านี้ ได้แก่ "หินปูนเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่ง" "น้ำเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง"

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบาย และพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีอะตอม

1.2 ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์เป็นการใช้ ความคิดที่สูงกว่าความจำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท

1.2.1 เข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎี ต่าง ๆ คือเป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างกันที่เคยเรียนมา ตัวอย่าง เช่น ผู้เรียน เคยเรียนรู้อนุโมติของวัฏจักร เช่น วัฏจักรการเจริญเติบโตของพืช โดยเริ่มจากเมล็ด ต่อมา ออกเป็นลำต้นแล้วกลายเป็นเมล็ดอีกครั้ง หลังจากนั้น ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ ของน้ำ แหล่งน้ำ การระเหย การเกิดเมฆและฝน เป็นต้น ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่า การหมุนเวียน เปลี่ยนแปลงของน้ำอยู่ในรูปวัฏจักรเช่นกัน

1.2.2 เข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของ ข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการและทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่น ในการศึกษาเรื่องแรง ถ้าผู้สอน กำหนดใจหมายว่า "ม้าตัวหนึ่งลากรถไปตามถนนที่ขรุขระ" ผู้เรียนสามารถแปลความหมาย เป็น คำพูดได้

2. ให้ความรู้และทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1 การสังเกตและการวัด การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ การสังเกตเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกปริมาณ ที่ถูกต้องแน่นอนได้ จำเป็นต้องมีการวัดควบคู่กันไป สำหรับวัตถุประสงค์ข้อนี้ ต้องการให้ผู้เรียนมี ความสามารถดังนี้

2.1.1 สังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำในปิกเกอร์ที่กำลังเดือด

2.1.2 บรรยายสิ่งที่สังเกตโดยใช้ภาษาที่เหมาะสมคือ ต้องการให้สื่อความหมายของผลที่ได้จากการสังเกตให้เป็นที่น่าสนใจตรงกัน

2.1.3 ทัศนคติของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น วัตถุอุณหภูมิสารละลายจุนสีที่เปลี่ยนไปขณะเดือดได้ถูกต้อง ใช้สำหรับกรณีที่ต้องการสังเกตให้ละเอียดมากขึ้น

2.1.4 เลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม คือรู้จักใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ต้องการวัดอุณหภูมิของร่างกาย ก็ควรเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดได้ เป็นต้น

2.1.5 รู้ว่าความเที่ยงตรงของการวัดสิ่งต่าง ๆ มีขอบเขตจำกัด เนื่องจากมาตราต่าง ๆ ที่กำหนดไว้บนเครื่องมือสำหรับวัดมีขีดจำกัด เช่น มาตราบนเทอร์โมมิเตอร์แบ่งออกเป็นสี่ ๆ ซิกลหนึ่งองศา ดังนั้นความเที่ยงตรงในการวัดอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในชั้นขององศาเท่านั้น

2.2 การมองเห็นปัญหา วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

2.2.1 ขอมกับในปัญหา คือเริ่มตั้งแต่ผู้เรียนตระหนักถึงขอบข่ายของปัญหาไปจนถึงการระบุปัญหาที่ชัดเจน

2.2.2 ตั้งสมมติฐาน สมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบอย่างมีหลักเกณฑ์และเหตุผล ถ้ามีการระบุปัญหาที่ชัดเจน ก็จะทำให้ผู้เรียนมีแนวทางในการตั้งสมมติฐาน เพื่อตอบปัญหานั้น ๆ

2.2.3 เลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน หมายถึง การเลือกทั้งวิธีการสังเกต วิธีการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐานได้อย่าง สม เหตุสมผล

2.2.4 ออกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน คือก่อนที่จะลงมือทำการทดลอง ผู้เรียนออกแบบและคิดหาวิธีการทดลองที่เหมาะสม แล้วทำการทดลองตามแผนที่กำหนดไว้

2.3 การแปลผลจากข้อมูลและการสร้างข้อสรุป วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถ ดังนี้

2.3.1 การจัดกระทำข้อมูลที่ได้อจากการทดลอง คือการนำข้อมูลที่ได้อจากการทดลองมาปรับและเปลี่ยนรูปใหม่ เพื่อสามารถอ่านได้ง่ายและเข้าใจมากขึ้น เช่น การจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง เป็นต้น

2.3.2 เสนอข้อมูลให้เห็นความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชันระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร เช่น ในการทดลองวัดปริมาตรของอากาศภายใต้ความดันที่เท่ากัน แต่อุณหภูมิต่างกัน จากการทดลองผู้เรียนวัดปริมาตรของอากาศได้ 18.7 cm^3 ที่อุณหภูมิ 100°C (373°K) 14.6 cm^3 ที่อุณหภูมิ 20°C (293°K) 13.7 cm^3 ที่อุณหภูมิ 0°C (273°K) และ 11.6 cm^3 ที่อุณหภูมิ -40°C (233°K) ผู้เรียนนำข้อมูลเหล่านี้มาเสนอในรูปกราฟ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชันระหว่างตัวแปรทั้งสอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาตรของอากาศเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ (เป็นองศาสัมบูรณ์)

2.3.3 แปลความหมายของการสังเกตและข้อมูลที่ได้อจากการทดลอง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อจากการทดลองขั้นแรก การแปลความหมายเป็นการพิจารณาเพื่อลงความเห็นข้อสรุปที่ได้ขึ้นกับผลการทดลอง

2.3.4 การเพิ่มความและการขยายความ การเพิ่มความเป็นการขยายการต่าง ๆ ภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้อมา เช่น ในการทดลองวัดปริมาตรของอากาศผู้เรียนวัดจริงที่อุณหภูมิ 20°C และ 0°C แต่ไม่ได้วัดที่ 10°C เมื่อนำข้อมูลมาเสนอในรูปกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชันระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร แล้วผู้เรียนบอกได้ว่าที่อุณหภูมิ 10°C ปริมาตรของอากาศประมาณ 14.2 cm^3 โดยดูจากตำแหน่งเส้นกราฟเช่นนี้ เรียกว่า การเพิ่มความ ส่วนการขยายความนั้นเป็นการพยากรณ์ค่าต่าง ๆ ที่เลยขอบเขตของข้อมูลที่ได้อมา เช่น ข้อมูลที่ได้อจากการทดลองวัดปริมาตรของอากาศสูงสุดที่อุณหภูมิ 373°K เท่านั้น และเมื่อนำข้อมูลมาเสนอในรูปกราฟ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่า ที่อุณหภูมิ 425°K ปริมาตรของอากาศมีค่าประมาณ 21.6 cm^3 โดยดูจากเส้นกราฟที่เลยขอบเขตของข้อมูลที่ได้อมาเช่นนี้ เรียกว่า การขยายความ

2.3.5 การตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูลที่ไต่จากการทดลอง โดย
การวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นต่อไป หลังจากที่ได้เลือกสมมติฐานที่คาดว่าจะเป็นไปได้มาก
ที่สุด วางแผนและดำเนินการทดลอง และจัดกระทำข้อมูลที่ไต่จนถึงการแปลความหมายข้อมูล
ผลที่ได้จากการทดลองจะบอกให้ผู้เรียนทราบว่า สมมติฐานนั้นอาจเป็นที่ยอมรับหรือไม่เป็นที่ยอมรับ

2.3.6 การสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมอย่างมีหลักเกณฑ์และเหตุผล
เช่น ในการทดลองเรื่องการวัดปริมาตรของอากาศในที่ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ผู้เรียนพบความ
สัมพันธ์ที่ว่าปริมาตรของอากาศจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ (เป็นองศาเซลเซียส) ข้อสรุปนี้
อาจหมายรวมครอบคลุมไปถึงก๊าซทุกชนิด ผู้เรียนจะสามารถสรุปเช่นนี้ได้ ต้องทำการทดลองซ้ำ
หลาย ๆ ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างก๊าซหลาย ๆ ชนิด

2.4 การทดลองและปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการ
ให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

2.4.1 ตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีแบบจำลองทฤษฎี โดยให้
ผู้เรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์ที่สำคัญของแบบจำลองทฤษฎี 3 ประการ คือ

1. ช่วยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ กับ
กฎและข้อสรุปทั้งหลายที่อยู่ในขอบเขตของเรื่อง เกี่ยวกันอย่างแน่นนอนและมีเหตุผล

2. ช่วยในการอธิบายสิ่งที่สังเกตได้และข้อสรุปต่าง ๆ

ในเรื่องนั้น ๆ

3. ช่วยเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา โดยแนะสมมติฐาน
ปัญหาและแนวทางการทดลองใหม่ได้ ซึ่งจะเป็นคู่มือในการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป

2.4.2 สร้างแบบจำลองทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง
ข้อสรุป กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นกระบวนการขั้นแรกของการตั้งทฤษฎี
มีลักษณะคล้ายกับการสร้างข้อสรุปต่าง ๆ ที่ว่าขึ้นนี้มีความซับซ้อนมาก

2.4.3 ระบุถึงปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้
ด้วยแบบจำลองทฤษฎี ถ้าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสม ผู้เรียนจะใช้อธิบายปรากฏการณ์
ต่าง ๆ ได้ และถ้าพบว่า ผลการสังเกตสอดคล้องกับแบบจำลองทฤษฎีที่ตั้งไว้ แบบจำลองทฤษฎี

ก็ยังช่วยอธิบาย ได้มากขึ้นและถ้าผู้เรียนสามารถระบุปรากฏการณ์หลายอย่างที่เป็นไปตามแบบจำลอง ทฤษฎีก็จะยิ่งทำให้แบบจำลองทฤษฎีน่าเชื่อถือมากขึ้น

2.4.4 การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลองทฤษฎี เพื่อที่จะ สังเกตและตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎี ขั้นตอนการสร้างทฤษฎีขั้นนี้ ต้องอาศัยการสร้างสมมติฐาน ขึ้นมา โดยอาศัยแบบจำลองทฤษฎีเป็นแนวทาง ต่อจากนั้นจึงออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ สมมติฐานที่สร้างขึ้น กระบวนการขั้นนี้ก็คือการ เลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน ผล การค้นคว้านอกจาก เป็นการทดสอบความถูกต้องของสมมติฐานแล้ว ยังเป็นการตรวจสอบแบบ จำลองทฤษฎี ซึ่งเป็นที่มาของสมมติฐานนั้น ๆ ด้วย

2.4.5 การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลอง เพื่อ ตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎี ในการที่ผู้เรียนจะค้นหาทางวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่าง หลักฐานที่พบกับ สมมติฐานที่ทั้งไว้ และความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่ได้กับแบบจำลองทฤษฎี อันเป็นที่มาของสมมติฐานนั้น ๆ ด้วย เมื่อได้ผลวิเคราะห์แล้วผู้เรียนต้องพิจารณาตัดสินว่า แบบจำลองนั้น เหมาะสมเพียงใด

2.4.6 ปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองทฤษฎี กระบวนการคิด ที่ใช้ในที่นี้ไม่แตกต่างจากการสร้างแบบจำลองทฤษฎีขึ้น มีเพิ่มเติมก็ตรงที่ในการปรับปรุงนั้นต้อง อาศัยประสบการณ์และแนวคิดใหม่ ๆ ของผู้เรียนในระหว่างการศึกษาค้นสร้างทฤษฎี แบบจำลอง ทฤษฎีที่สร้างขึ้น จะเป็นที่ยอมรับได้ก็ต่อเมื่อช่วยแสดงความสัมพันธ์ ช่วยในการอธิบาย และช่วย เลื่อนแนวทางในการแก้ปัญหา

3. ใ้มีความสามารถนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และชีวิตในโรงเรียน ผู้เรียนจะต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจำเป็นต้องแก้ไขเพื่อ ทำให้ชีวิตมีความสุข ในการที่ผู้เรียนอาจใช้ความรู้ และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เคยเรียน มาแก้ปัญหาต่าง ๆ และปัญหานั้นต้อง เป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยพบมาก่อน จึงจะเรียกได้ว่าเป็นผู้มีความสามารถนำความรู้ไปใช้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาที่เคยพบหรือเรียนมาแล้ว การกระทำ แบบนี้เป็นเพียง ความจำไม่ใช่การนำไปใช้ นักเรียนควรฝึกการแก้ปัญหา 3 ประเภท ดังนี้

3.1 แก้นิยามที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้นิยามเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน ตัวอย่างเช่น การตอบคำถามว่า "ทำไมหลอดไฟฟ้าจึงสว่างขึ้น เมื่อเราเปิดสวิตช์" นิยามนี้เกี่ยวกับวิชาไฟฟ้า หรือคำถามว่า "ถ้าหลอดเปลือกของลำต้นออกแล้วต้นไม้จะตายหรือไม่" นิยามนี้เกี่ยวกับชีววิทยา เป็นต้น

3.2 แก้นิยามที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ซึ่งเป็นนิยามเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เช่น คำถามว่า "ถ้าหินปูน เกิดขึ้นได้อย่างไร" นิยามนี้เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี เป็นต้น

3.3 แก้นิยามที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ นิยามที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้นหมายความว่า เรื่อง เทคโนโลยี ตัวอย่างคำถามที่แสดงถึงการนำไปใช้แก้นิยามทาง เทคโนโลยี ได้แก่ "ทำอย่างไรจึงจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้" "ถ้าเราบรรจุขวดขนาด 10 ลิตร แล้วดื่มไปจะทำให้สะท้านนี้พังหรือไม่" เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าผู้เรียนสามารถนำทั้งความรู้และวิธีการต่าง ๆ ไปใช้โดยไม่มีขอบเขตจำกัด โดยเฉพาะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้นั้นอาจนำไปใช้ได้เกือบทุกเรื่อง

4. ให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องทำการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหา ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และทักษะในการฝึกตั้ง เครื่องมือสำหรับทดลอง

วัตถุประสงค์ในข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

4.1 พัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการต่าง ๆ ไป คือ ต้องการให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องชั่ง กล้องจุลทรรศน์ ไม้มรรทัด ฆ้องถูกต้องและคล่องแคล่ว

4.2 ปฏิบัติการโดยใช้เทคนิคในการทดลองต่าง ๆ ไป ได้อย่างประณีตและปลอดภัยในการทำเป็นการทำงานนั้น นอกจากผู้เรียนจะทำเป็นลำดับขั้นตอนแล้ว ยังต้องมีความละเอียดถี่ถ้วนและรอบคอบ อีกทั้งมีความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อตัวเอง และไม่ให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย

5. ให้มีเจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ ต้องการให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการ เกี่ยวกับเจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์ โดยต้องการให้นักเรียนได้แสดงออกถึงสิ่งต่อไปนี้

5.1 เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจสังเกตได้จาก การกระทำที่แสดงออกในเชิงสนับสนุน โดยการพูด การเขียน หรือการแสดงท่าที ที่บอกให้ทราบว่าผู้เรียนตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการยอมรับว่า นักเรียนมีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเรื่องต่าง ๆ

5.2 ยอมรับว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นวิถีทางของความคิดแนวหนึ่ง คือยอมรับว่ากระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิถีทางแห่งความคิดโดยแสดงออกในเรื่องของการกระทำ เช่น การสร้างข้อสรุปเพียงเท่านี้ก็เร็วกว่าผู้เรียนสามารถกระทำอย่างนักวิทยาศาสตร์แล้ว

5.3 ยอมรับเจตคติทางวิทยาศาสตร์เข้าไปในขณะที่ยู่เร้นกำลังค้นคว้าตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนควรจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับนักวิทยาศาสตร์ในขณะที่กำลังทำงานของเขาอยู่ ลักษณะนี้ได้แก่ เป็นผู้มีความอดทน ชี้ออกแรงใจกว้าง มีความกระตือรือร้นในการทำงาน เป็นต้น ซึ่งลักษณะเหล่านี้เรียกว่า เป็นผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.4 มีความสนใจในประสบการณ์การ เรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ถ้าผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยความสนุกเพลิดเพลิน อยากเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ โดยแสดงความรู้สึกลอยออกมาให้สังเกตได้ ย่อมแสดงว่า ผู้เรียนมีความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

5.5 มีความสนใจในวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแสดงออกได้ 2 กรณี คือกรณีแรก ผู้เรียนมีความสนใจกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น การอาสาสมัครเข้าทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ กรณีที่สอง คือผู้เรียนมีความสนใจในเรื่องความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ โดยทรงรวมทั้งอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม

5.6 มีการพัฒนาความสนใจที่จะเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ถ้าผู้เรียนได้แสดงความสนใจในการเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดย เน้นผล เนื่องมาจากการเรียนก็นับได้ว่าการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ให้สิ่งที่มีคุณค่าแก่ผู้เรียนแล้ว

6. ให้มีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันต้องการให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มีจิตใจ "เป็นนักวิทยาศาสตร์" และยังชักนำให้มีความสนใจ ในความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม กล่าวโดยสรุปคือ ต้องการให้ผู้เรียนมี โลกทัศน์ที่กว้างขวาง และสามารถปรับตัวได้

วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียนได้แสดงออกใน เรื่องต่อไปนี้

6.1 การตระหนักถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของข้อความทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น คำว่า การสังเกต การแปลความหมาย กฎเกณฑ์ เหล่านี้ เป็นคำที่ใช้กันในวงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องทราบอย่างลึกซึ้งถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของคำ เหล่านี้เป็นอย่างไร

6.2 การยอมรับชี้ความจำกัดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และอิทธิพลของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อปรัชญาทั่วไป คือผู้เรียนควรจะทราบถึง ความสัมพันธ์ของแนวคิดทางวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เราได้ฝึกฝนมากับแนวคิดแบบอื่น ๆ

6.3 การตระหนักถึงวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ ว่าแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ทุกเรื่องมีประวัติความเป็นมา โดยยอมรับว่าพัฒนาการของวิทยาศาสตร์ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต เป็นผลิตผลของประวัติความเป็นมานั้นเอง

6.4 การตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทาง เทคโนโลยีและการพัฒนาทาง เศรษฐกิจ อิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมมนุษย์ จะเห็นได้ชัดเจนจากการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันของเรา เช่น มีเครื่องอำนวยความสะดวกมากมาย ตัวอย่างเช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น ตลอดจนพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นผล เนื่องจากการประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

6.5 การยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคมและจรรยา
ซึ่ง เป็นเรื่อง เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ กับวัฒนธรรมของมนุษย์ที่วิทยาศาสตร์มี
ส่วน เกื้อกูลผู้เรียนควรจะยอมรับว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อคุณค่าของมนุษย์ และใน
ทางกลับกันสังคมก็มีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วย

จากวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ในการออกข้อสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง จึงต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมาย
การเรียนรู้และแบบทดสอบทั้งฉบับ ควรมีข้อสอบที่วัดระดับพฤติกรรมต่าง ๆ อย่าง ใกล้เคียงส่วนกับ
อีกด้วย ซึ่ง ระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ คือ (เอกสารการประเมินผลของ สสวท. 2526 :
1 - 5)

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การนำไปใช้

ระดับพฤติกรรมทั้ง 4 ด้านนี้ ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้

3. เอกสารเกี่ยวกับการเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมทางด้านความรู้-ความคิด

การเรียนการสอนวิชาใดก็ตามมักจะมุ่งที่การพัฒนาให้ผู้เรียน เกิดพฤติกรรมด้าน
ความรู้ - ความคิด (Cognitive Domain) ด้านความรู้สึกลึก (Affective Domain) และด้าน
ปฏิบัติ - ทักษะ (Psycho - Motor Domain) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับจุดมุ่งหมายตามที่
บลูมและคนอื่น ๆ ได้เสนอไว้ นั่นเอง (Bloom and others. 1971 : 271 - 277) สำหรับ
พฤติกรรมด้านความรู้ - ความคิดของบุคคลนั้น เป็นพฤติกรรมที่ควรส่งเสริมและพัฒนาให้มี
ประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะ เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า การคิดของคนที่มีความรู้สึกลึก
ส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมด้านอื่น ๆ เป็นไปในทิศทางที่พึงปรารถนาด้วย ทั้งในด้านความรู้สึกลึก
และการปฏิบัติ ซึ่งจะต้องอาศัยการคิดช่วยส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกลึกและเกิดทักษะที่มีประสิทธิภาพ

และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังนั้นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เราทราบว่าผู้เรียนสามารถบรรลุถึงพฤติกรรมตามที่ต้องการได้มากน้อยเพียงใดนั้น ก็จะต้องอาศัยการสร้างข้อทดสอบที่เชื่อถือได้มาทำการสอบวัด ซึ่งเกี่ยวกับพฤติกรรมทางด้านความรู้ - ความคิดนี้ มีนักการศึกษาหลายคน รวมทั้งบลูม กับคนอื่น ๆ ก็ได้แบ่งพฤติกรรมดังกล่าวออกไว้เป็น 6 ชั้น โดยเรียงจากการเกิดพฤติกรรมต่ำสุดถึงสูงสุด ซึ่งพฤติกรรมแต่ละชั้นมีวิธีเขียนข้อทดสอบวัด ดังนี้ (ชวาล แพริศกุล. 2520 : 11 - 401 ; อ้างอิงมาจาก Bloom and other. 1971)

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยประสบมา โดยที่เรื่องราวนั้น อาจได้มาจากที่ไหนก็ได้ วิธีการที่จะวัดว่าใครมีความรู้เรื่องนั้นหรือไม่ โดยทั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง วิธีการ และความรู้รวมยอดของเรื่องราวนี้ให้เขาตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท

1.1 ความรู้ในเนื้อเรื่อง เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงในเรื่อง ราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้แก่

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม สิ่งที่จะนำมาถาม หรือสามารถใช้เป็นต้นเรื่อง สำหรับทั้งคำถามแบบนี้คือ ถามความหมายของศัพท์ ถามความหมายของนิยาม หรือคำจำกัดความ กับถามความหมายของสัญลักษณ์ หรือภาพ อักษรย่อ และเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น "เราเรียกดอกของกล้วยว่าอะไร"

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงที่สำคัญ คำถามชนิดนี้ต้องวัดความรู้เกี่ยวกับสูตรกฎ - ความจริง ความสำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ แนวคำถาม ได้แก่ การถามสูตร กฎ ถามเนื้อเรื่อง ถามขนาดจำนวน ถามสถานที่ ถามเวลา ถามคุณสมบัติ ถามวัตถุประสงค์ ถามสาเหตุและผลที่เกิด ถามประโยชน์และคุณโทษ เช่น "เหตุไฉนน้ำจึงไหลลงสู่ที่ต่ำ"

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ ได้แก่ วิธีประพฤติกฎปฏิบัติและวิธีดำเนินการ ในกิจการงานและเรื่องราวทั้งปวง มีอยู่ 5 วิธีด้วยกัน

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน เป็นการถามถึงวิธีประพฤติกฎปฏิบัติตามระเบียบแบบแผนตามที่ได้ตกลงและกำหนดกันขึ้นว่าใน เรื่อง ราวและกิจการ

นั้น ๆ ควรจะต้องกระทำกันตามแบบฉบับใด เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอ และสะดวกในการสื่อสารระหว่างกันเป็นสำคัญ เช่น "ข้าวของแห่งแม่เหล็กมีชื่อว่าอย่างไร"

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม เป็นการถามถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนของการปฏิบัติงานหรือของเรื่อง และเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่ามีลักษณะใดเกิดก่อน - หลัง หรือเรียงติดต่อกันตามลำดับ เช่นไร หรือมีสิ่งใด เกิดเป็นอันดับที่เท่าใด รวมทั้งสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ หรือเรื่องราวใด ๆ ว่ามีความเอนเอียงที่จะเคลื่อนไหวไปในทิศทางใด เช่น "เมล็ดพืชจะงอกส่วนใดออกมาก่อน"

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท เป็นความสามารถในการจำแนกแจกแจงคัตวัตถุสิ่งของ และเรื่องราวใด ๆ ให้เป็นหมวดหมู่ โดยยึดกฎเกณฑ์วัตถุประสงค์ โครงสร้าง และรูปร่าง หน้าที่และคุณสมบัติเป็นหลัก เช่น "สิ่งใดเป็นอาหารประเภทโปรตีน"

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ มีจุดมุ่งหมายที่จะวัดว่าจกจำหลักการในการตรวจสอบเท็จจริงต่าง ๆ ได้หรือไม่ โดยอาจจะถามสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ประจำตัวของสิ่งนั้น เรื่องนั้น ถามให้เปรียบเทียบว่าสิ่งใดคือเร็วกว่ากัน หรือดีที่สุด เหมาะที่สุดในด้านใด ถามให้วิจารณ์ความเหมาะสม เช่น "ข้อใดที่แสดงถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาจมีโครงสร้างแตกต่างกันได้มากที่สุด"

1.3 ความรู้รวมยอด หมายถึง สมรรถภาพ 2 ชนิด ชนิดแรกเป็นความสามารถที่จะกลับเก็บเอาแต่คติหรือหัวใจของเรื่อง ทั้งที่เรียกว่าหลักการ หรือหลักวิชา กับชนิดที่สอง เป็นความสามารถที่จะขยายคติที่ได้นั้นออกไปสู่สิ่งอื่น หรือสถานการณ์อื่น ที่หลักการหรือหลักวิชานั้นครอบคลุมถึง

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย เป็นคำถามที่ต้องการวัดว่า เด็กจกจำความรู้รวมยอดที่เป็นคติและหลักวิชาของเนื้อหาต่าง ๆ ตามที่สอนสั่งได้หรือไม่ โดยอาจตั้งคำถามในลักษณะให้บอกคติหรือหัวใจที่เป็นหลักวิชาของเรื่องนั้น กับให้ขยายหลักวิชานั้นออกไปสู่สิ่งอื่นตามที่เคยสั่งสอน เช่น "ลักษณะสำคัญของสัตว์เลื้อยคลานคืออะไร"

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง คำถามชนิดนี้จะถามเกี่ยวกับคติและหลักการจากของหลายสิ่งหลาย เนื้อหาที่สัมพันธ์กันเป็นพวกเดียว และอยู่ในสกุลเดียวกันด้วย เพื่อจะค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างที่เป็นตัวร่วมของบรรดาเนื้อหาเหล่านั้น เช่น "เราจัดให้คนหนา หนาขาว และคนผิวดำ เป็นพืชประเภทเดียวกัน เพราะมีคลอโรฟิลล์เป็นหลัก"

2. ความเข้าใจ (Comprehension) คือความสามารถขยายความรู้ความเข้าใจให้ไกลออกไปจากเดิม อย่างสมเหตุสมผล แยกเป็น 3 ชั้น

2.1 การแปลความ คือให้แปลความหมายของคำ ข้อความสัญลักษณ์ ในแง่มุมใหม่ตามนัยของ เนื้อเรื่องและหลักวิชานั้น ๆ รวมทั้งการแปลถอดความ จากภาษาหนึ่ง ไปสู่อีกภาษาหนึ่ง เช่น "การเต้นของชีพจรคือการเต้นของอะไร"

2.2 การตีความ เป็นการเอาความหมายจากการแปลทั้งหมดมารวมกัน และสรุป หรือขยายความนั้นตามแนวใหม่ ทิศนะใหม่ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แปลกใหม่ไปจากเดิม เช่น "ภาพนี้แสดงการทดลองเรื่องใด"

2.3 การขยายความ หมายถึง การขยายความลึกลงให้กว้างไกลไปจากข้อเท็จจริง โดยจะต้องให้ข้อมูลหรือแนวโน้มน้อย่างเพียงพอ จนเด็กสามารถนำข้อมูลข้อเท็จจริงเค้าเงื่อนต่าง ๆ เหล่านั้นมา แปล - ตี - ขยาย ได้อย่างสมเหตุสมผล วิธีการถามอาจถามให้ขยายความแบบจินตนาการ ขยายความแบบพยากรณ์ ขยายความแบบสมมติ และขยายความแบบอนุमान เช่น "ถ้าไม่มีพืชมนุษย์จะเกิดคราบน้ำในเรือใบมาก"

3. การนำไปใช้ (Application) คือความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวใด ๆ ที่ตนมีอยู่เดิมไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ของเรื่องนั้นได้ โดยจะต้องอาศัยความรู้ต่าง ๆ โดยเฉพาะวิธีการ (1.25) กับความคิดรวบยอด (1.50) มาผสมเป็นความสามารถในการ แปล - ตี - ขยายความของเรื่องนั้น ลักษณะของคำถาม เป็นเรื่องราวปัญหาใหม่ หรือดัดแปลงของเดิมบ้าง ทั้งคำถามต้องชวนเจื่อนทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาแล้ว แต่ก็ยังตอบไม่ได้ทันทีเพราะมีเจื่อนไขปมซับซ้อน คำถามต้องเกี่ยวข้องกับหลักวิชาหรืออะไรอีกอย่างหนึ่ง วิธีการถามอาจจะถามความสอดคล้องของหลักวิชากับการปฏิบัติ ตามความสอดคล้องที่ตัวอย่างกับตัวอย่าง ตามขอบเขตและเจื่อนไขของหลักวิชาและการปฏิบัติ ถามให้

อธิบายหลักวิชา ตามเหตุผลการปฏิบัติ ตามให้แกปัญหาเฉพาะหน้า และตามให้แกปัญหาตามหลักวิชา เช่น "ในการทดลอง ทางซึ่งสมริงแบบง่าย ถ้าไม่มีลวดสปริง เราจะใช้สิ่งใดแทนได้"

4. การวิเคราะห์ (Analysis) คือความสามารถในการแยกสิ่งสำเร็จรูป ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการ และกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ เพื่อหาความจริงที่ซ่อนแฝงอยู่ภายในเรื่องราวนั้น

4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ ต้องการให้ค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราวในแง่มุมต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ เช่น ให้หาความเด่นชัดของข้อความให้จำแนกชนิด ประเภท และให้ค้นหาเลขนัยของคำพูด และการกระทำต่าง ๆ เป็นต้น เช่น "เมื่อสัปดาห์เริ่มวิวัฒนาการมาเป็นสัตว์บกจะต้องพัฒนาอวัยวะระบบใดก่อน"

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือการค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะใด ๆ ที่มีความหมายนัยสำคัญของเรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ จากที่กล่าว เช่น "ต้นไม้ต้องการน้ำ เหมือนกับคนต้องการอะไร"

4.3 วิเคราะห์หลักการ คือการค้นหาโครงสร้าง และระบบของวัตถุสิ่งของเรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ถ้าสิ่งนั้นสามารถรวมตัวกัน จนสามารถอยู่ได้ด้วยอะไร ปกติอะไรเป็นหลัก หรือมีสิ่งใดมาเป็นตัวเชื่อมโยง เช่น "แม่เหล็กธรรมชาติกับแม่เหล็กไฟฟ้า มีสิ่งใดที่ต่างกัน"

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการรวมหรือผสมของตั้งแต่ 2 สิ่ง เป็นอย่างน้อยเข้าด้วยกัน จนกลายเป็นสิ่งสำเร็จรูปชิ้นใหม่ ที่มีคุณลักษณะแปลกพิสดารไปจากเดิมของสิ่งนั้น ๆ แบ่งเป็น 3 ประเภท

5.1 สังเคราะห์ข้อความ หมายถึง การพูดหรือการเขียน การแสดงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อให้คนอื่นเข้าใจความคิดเห็นและทัศนคติของตน เช่น "ในฤดูหนาวอากาศ _____"

5.2 สังเคราะห์แผนงาน หมายถึง การวางโครงการหรือการวางแผนงานต่าง ๆ ว่า จะดำเนินการอย่างไรจึงจะสำเร็จ การวัดพฤติกรรมทางจิต เช่น ให้สร้างโครงการตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ ให้เสนอวิธีตรวจสอบสมมติฐาน และข้อโต้แย้งต่าง ๆ ว่า จะดำเนินการเป็นขั้น ๆ อย่างไร ให้เขียนโครงการต่าง ๆ เช่น "คนใช้วิธีใดในการตรวจสอบขั้นต้นว่าคอกกูกุลหาลที่เราซื้อจากตลาด ยังเป็นสิ่งมีชีวิตอยู่"

5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความสัมพันธ์ของส่วนย่อยต่าง ๆ ให้รวมเป็นสิ่งเดียวกัน เช่น การประคิษฐ์ การค้นคว้า เช่น "จากการทดลองปรากฏว่า $A + 2 = B + 3$ ฉะนั้น เราอาจสรุปได้ว่า"

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์ (Criteria) และมาตรฐาน (Standard) ที่วางไว้ แบ่งเป็น 2 ประเภท

6.1 ประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน เป็นการวินิจฉัยที่ราคาโดยอาศัยเกณฑ์ตามลักษณะเนื้อหาของสิ่งนั้น เช่น

6.1.1 ให้ประเมินความถูกต้องเที่ยงตรงของ เรื่อง

6.1.2 ให้ประเมินความเป็นเอกพันธ์ของ เรื่อง

6.1.3 ให้ประเมินความสมบูรณ์ถูกต้องของข้อมูล

6.1.4 ให้ประเมินความเหมาะสมแต่ละประสิทธิภาพของวิธีการและ

การปฏิบัติ

6.1.5 ให้ประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ ผลสรุป เช่น "การที่น้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำขึ้นหรือไม่เพราะเหตุใด"

6.2 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นการวินิจฉัยหรือที่ราคาโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เป็นเรื่องราวหรือสิ่งอื่น มิใช่เฉพาะข้อเท็จจริงในเรื่องรายนั้น ๆ เช่น "เราควรช่วยกันสงวนป่าไม้หรือไม่"

พฤติกรรมด้านความรู้ - ความคิด ทั้งที่ใ้กล่าวมานั้น ถือว่าเป็นแนวทางอย่างหนึ่งสำหรับการจัดสร้างแบบทดสอบวัดและตรวจสอบสมรรถภาพทางความคิด ของักเรียน ซึ่งนิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันและในการสร้างแบบทดสอบวัดแนวการคิดของปัญญาในวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ก็ได้อาศัยพื้นฐานจากแนวความคิดดังกล่าว มาใช้ในการจัดสร้างคำถามและตัวเลือกที่แสดงถึงพฤติกรรมลักษณะต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ด้วย

4. เอกสารเกี่ยวกับแนวทางการคิดคอมมิวนิสต์

วินัย วิทยาลัย (2525 : 11) กล่าวว่า พฤติกรรมด้านการคิดคอมมิวนิสต์นั้น เป็นความสามารถของบุคคลคนหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการทางสมองของมนุษย์ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การจดจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ความเข้าใจถึงสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนถึงกระบวนการคิดที่ย่างยากซับซ้อน ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวนี้ ก็มักมีการศึกษานานหลายทศวรรษแล้ว ระบุออกเป็นชั้นหรือประเภทต่าง ๆ ได้หลายประเภท และสำหรับในด้านการเรียนการสอนวิชาใดก็ตามมักจะมุ่งศึกษาพฤติกรรมการคิดของบุคคลทั่ว ๆ ไปหกด้าน (Bloom and others. 1971 : 271 - 277) คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล โดยพฤติกรรมที่นิยมใช้เพื่อศึกษาแนวทางการคิดคอมมิวนิสต์ วิชาต่าง ๆ นั้น จะแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมาย ขอบเขตของการศึกษา ธรรมชาติของ เนื้อหาวิชา หรือความเหมาะสมด้านอื่น ๆ ตัวอย่าง เช่น

อีท (Heath. 1968 : 539 - 544) ได้กำหนดพฤติกรรมเพื่อใช้ศึกษาแนวทางการคิดในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ไว้สี่ด้าน ซึ่ง แวน เคน เบอร์ก ได้อธิบายความหมายของแต่ละพฤติกรรม ดังนี้ (Jungwirth. 1968 : 85 - 86)

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การยอมรับความจริงเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป การจดจำ การระลึกได้ในเรื่องรายนาม ๆ โดยไม่จำเป็นต้องคิดพิจารณาอย่างลึกซึ้ง ตัวอย่าง เช่น การบอกรู้ การบอกจำนวน คำจำกัดความ บรรยายรูปร่าง การสังเคราะห์ หรือการยอมรับความเป็นจริงที่เห็นทั่ว ๆ ไป

2. การใช้กฎเกณฑ์หรือหลักการ หมายถึง การนำเอากฎหรือหลักการบางอย่างมาอธิบายในเรื่องรายนาม ทั้งโดยตรงหรือทางอ้อม ตัวอย่าง เช่น การใช้เหตุผลโดยคำนึงถึงข้อสรุปกฎในเรื่องนั้นมาพิจารณา

3. การนำไปใช้ หมายถึง การนำเอาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือเรื่องราวที่คล้ายกันมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ออกไป หรือนำไปใช้ในวิถีชีวิตประจำวันทั่ว ๆ ไป เช่น การคำนวณ การเกษตร ฯลฯ

4. การคิดค้นต่อไป หมายถึง การตั้งข้อปัญหาเกี่ยวกับ เรื่องราวหรือข้อมูล ในเรื่องนั้น ๆ เพื่อวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ แสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ เพียงตรง กว้างขวางยิ่งขึ้น รวมทั้งการเสนอสมมติฐานเพื่อการคิดค้นต่อไป

พฤติกรรมทั้งสี่ด้านตามวิธีการของ ฮัท นี ท่อมมาได้มีผู้ทำการศึกษาท่านอื่น ๆ นำไปศึกษาแนวการคิดในวิชาต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น เคมปา และคูเป (Kempa and Dube. 1973) ได้ศึกษาแนวการคิดในวิชาเคมี ทาเมอร์ และลูนეტตา (Tamir and Lunetta. 1978) ได้ศึกษาแนวการคิดในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

นอกจากนี้ แอ็ทวูด (Atwood. 1968, 1971) ได้ศึกษาแนวการคิดของนักเรียน ระดับ 12 ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาศาสตร์กายภาพ เคมี สังคมศาสตร์ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดพฤติกรรมออกเป็นสามด้านคือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้และการคิดค้นต่อไป ซึ่ง บาร์เน็ต (Barnett. 1974) และไรท์ (Wright. 1975) ได้ใช้พฤติกรรม เช่นเดียวกับ แอ็ทวูด นี้ศึกษาแนวการคิดของนักเรียนในวิชาชีววิทยาคับเช่นเดียวกัน

สำหรับในประเทศไทย สมบูรณ์ ชิตพงศ์ (2519 : 35) ได้ใช้พฤติกรรมสี่ด้าน คือความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ใน การศึกษาแนวการคิดทอปปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาคณิตศาสตร์ และต่อมา สมศักดิ์ อินทุระเวชญ์ (2521 : 27) ได้ศึกษาการเลือกใช้แนวการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาคณิตศาสตร์ ได้กำหนดพฤติกรรมเพียงสามด้าน คือด้านความรู้ ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจและการนำไปใช้

โยธิน ศรีโสภา (2524 : 44) ได้ศึกษาการเลือกใช้แนวการคิดทอปปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดพฤติกรรมสามด้านคือ ด้าน ความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไป ซึ่งต่อมา ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 67) และสุทธิพร พรหมรัตน์ (2529 : 85 - 97) ก็ได้ศึกษาการเลือกใช้แนว การคิดทอปปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามลำดับ ทั้งนี้โดยเลือกพฤติกรรมเช่นเดียวกับ โยธิน ศรีโสภา ส่วน วินัย วิษยาลัย (2525 : 24) และสุชาติ สังวรกาญจน์ (2529 : 80 - 94) ได้ใช้พฤติกรรมสี่ด้านคือ ความรู้ความจำ การใช้กฎเกณฑ์หรือหลักการ การนำไปใช้และการคิดค้นคว้าต่อไปในการศึกษา

แนวทางการคิดตอบปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวิชาเคมีและชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาฟิสิกส์ ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่า เกี่ยวกับพฤติกรรมที่นำมาใช้เพื่อศึกษาแนวทางการคิดในวิชาต่าง ๆ ตามแต่ละท่านที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นลักษณะพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกันและ เป็นลักษณะของพฤติกรรมที่ บรูม กำหนดไว้ นั่นเอง แต่การเลือกพฤติกรรมใดมาใช้ศึกษาย่อมขึ้นอยู่กับขอบเขต จุกมุ่มหมายและธรรมชาติของ เนื้อหาวิชาที่ต้องการศึกษานั้นด้วย

มาตรการที่ใช้วัดแนวทางการคิดตอบปัญหา

การวัดแนวทางการคิดตอบปัญหาเป็นมาตรการที่ได้รับการพัฒนามากขึ้นและเป็นลำดับ เพื่อใช้ประเมินผลการเรียนการสอน ทั้งนี้เพราะการประเมินผลโดยพิจารณาแต่เพียงผลสัมฤทธิ์ ยังไม่เป็นการเพียงพอ เนื่องจากการวัดผลสัมฤทธิ์นั้น เน้นที่ผลของการใช้วิธีตอบปัญหา เป็นสำคัญ การที่ได้คำตอบถูกหรือผิดยังไม่เป็นการเพียงพอต่อการที่จะบอกว่าการตอบปัญหานั้นมี ประสิทธิภาพ สูงสุด ด้วยเหตุผลที่สำคัญ 2 ประการ คือ (สมบุญ อิตพงษ์, 2519 : 22 - 23)

1. คำตอบที่ถูกต้องนั้นในแต่ละข้อไม่ได้คำนึงถึง เรื่อง เวลา บุคคลอาจใช้วิธีการคิดตอบปัญหาที่ต่างกัน แต่อาจได้คำตอบเป็นอย่างเดียวกัน เพราะผลที่เกิดจากปัญหาที่กำหนดขึ้นในการวัดผลสัมฤทธิ์ต้องการคำตอบที่ตายตัวอยู่แล้ว เพียงแต่ใช้วิธีการใดในการคิดตอบปัญหา จึงจะใช้เวลาน้อยที่สุด

2. คำตอบที่ตายตัวอยู่แล้วนั้น อาจไม่ใช่สิ่งสุดท้ายที่ต้องการจะรู้ก็ได้ เพราะเรื่องราวบางสิ่งบางอย่างยังไม่สามารถกำหนดความถูกต้องได้แน่นอน อาจต้องใช้เวลาในการศึกษาต่อไปอีกก็ได้

ดังนั้น ในการประเมินผลการเรียนการสอน การใช้มาตรการวัดแนวทางการคิดตอบปัญหาที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นและควรที่จะวัดมากกว่าการใช้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4049-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำทาง (Guided Inquiry) การสอนแบบปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำแนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1978 : 211-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามแบบในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 จำนวน 132 คน ในมลรัฐคาโรไลนาเหนือ แต่ละระดับแบ่งออกเป็นระดับละ 3 กลุ่ม แล้วเลือกวิธีสอน 3 แบบ คือแบบบรรยายและอภิปราย (Lecture Discussion Method) แบบทดลองแบบอุปมาน (Inductive Laboratory Method) และแบบทดลองเพื่อตรวจสอบ (Verification Laboratory Method) สำหรับสอนในแต่ละกลุ่ม ทั้งในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยวิธีสุ่ม ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เดวิส (Davis. 1979 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้ในการชี้นำแนวทาง (Guided-Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอก

ความรู้ตามตำรา (Expository-- Test Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การ ชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลอง ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พรพิมล ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์ (2525 : 62 - 66) ได้ศึกษาผลการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันตามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ

ยงยุทธ สายคง (2527 : 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง และแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพลังราษฎร์ พิทยาสรรพ์ อำเภอดำชะอี จังหวัดมุกดาหาร ปีการศึกษา 2526 ผลการทดลองพบว่า นักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทาง สถิติ

ก้องศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน คอนเมืองจตุรจินดา เทศบาลเมือง นครพนม ปีการศึกษา 2526 จำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน และกลุ่มควบคุม 35 คน กลุ่มทดลองที่ 1 สอน โดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดย เน้น คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้ง
 สมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน
 วิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูล" อำเภวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527
 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะ
 การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการทดลอง พบว่า
 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์
 กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่าง
 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กมล ชูสมัย (2528 : 61 - 62) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะ
 หาความรู้ที่ใช้การทดลองแบบแนะแนวทางกับการทดลองแบบไม่แนะแนวทาง กลุ่มตัวอย่างเป็น
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงชนูทิศ อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์
 ปีการศึกษา 2527 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 37 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ
 หาความรู้ที่ใช้การทดลองแบบไม่แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 43 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ
 หาความรู้ที่ใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทาง ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการคิดตอบปัญหา

ฮีธ (Heath. 1964 : 539 - 544) ได้ทำการศึกษาประเมินผลวิชาฟิสิกส์ ระดับ
 มัธยมศึกษาตามโครงการ Physical Science Study Committy (PSSC) โดยสร้าง
 แบบทดสอบวัดแนวความคิดตอบปัญหาในวิชาฟิสิกส์ จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 4 พฤติกรรม คือ
 ความรู้ความจำ การนำไปใช้ การคิดค้นต่อไปและหลักการพื้นฐาน ซึ่งทั้ง 4 ตัวเลือก ต่างก็
 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง ในโครงการทดลอง PSSC นี้ แบ่งเด็กออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียน
 หลักสูตร PSSC เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC เป็นกลุ่มควบคุม
 จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 300 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร PSSC

เลือกใช้พฤติกรรมด้านหลักการพื้นฐานและการคิดค้นต่อไปมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC และนักเรียนที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC กลับเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำและการนำไปใช้มากกว่ากลุ่มที่เรียนตามหลักสูตร PSSC

แคมป์ และสมบุญ ชิตพงศ์ (Kampe and Chitapong. 1975 : 1 - 7)

ได้สร้างแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดตามแนวของ แอ็คกูค โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 30 ข้อ ได้แบ่งพฤติกรรมการคิดตอบปัญหาเป็น 3 พฤติกรรม คือความรู้ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นต่อไป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ไม่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปตามหลักสูตร สสวท. เลือกใช้แนวการคิด ตอบปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. และนักเรียนที่สนใจศิลปศาสตร์ เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนที่สนใจวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการสังเกตพบว่า พฤติกรรมด้านการนำไปใช้นั้น เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนเลือกใช้ในการคิดตอบปัญหามากที่สุด

โยชิน ศรีโสภา (2524 : 65 - 66) ได้ศึกษาการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 โดยใช้แบบทดสอบแนวการคิดตอบปัญหา ซึ่งแยกเป็น 3 พฤติกรรมคือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นต่อไป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดตาก จำนวน 272 คน และในการวิจัยครั้งนี้ยังได้ใช้แบบทดสอบอื่นทดสอบด้วยอีก 3 ฉบับ คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พุทธศักราช 2521 เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาด้านการนำไปใช้มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านความรู้ความจำและด้านการคิดค้นต่อไป ตามลำดับ

2. นักเรียนกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนกลุ่มที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาคำนวณความรู้ความจำไม่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูง เลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาคำนวณการนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไปมากกว่ากลุ่มที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ต่ำ

4. การเลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาคำนวณความรู้ความจำ คำนวณการนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไป ไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาคำนวณความรู้ความจำและด้านการคิดค้นต่อไป ไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ แต่คำนวณการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วินัย วิทาลัย (2525 : 42 - 44) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้และการคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 500 คน ใช้แบบทดสอบการเลือกใช้แนวทางการคิดในเนื้อหาวิชาเคมี จำนวน 30 ข้อ วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ความจำ การนำไปใช้ การใช้กฎเกณฑ์และด้านการคิดค้นต่อไป ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงและต่ำ เลือกใช้พฤติกรรมการคิดคำนวณความรู้ความจำ การนำไปใช้และการคิดค้นต่อไปไม่แตกต่างกัน ยกเว้นพฤติกรรมการใช้กฎเกณฑ์ ซึ่งพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูง เลือกใช้มากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำ

ปราโมทย์ แก้วสุซ (2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาแนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ (กลุ่มทดลอง) กับการสอนตามคู่มือครู (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบทดสอบแนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแยกเป็น 3 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้และการคิดค้นต่อไป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ศัณทิวทยาภูมิ" อําเภอลำลูกกา จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน แยกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีแนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ ด้านการคิดค้นต่อไปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

2. การเลือกใช้แนวทางการคิด ตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มทดลอง ด้านความรู้ความจำและด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ แต่แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นต่อไป มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การเลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ด้านความรู้ความจำและด้านการคิดค้นต่อไป มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนกลุ่มทดลอง เลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นต่อไปมากกว่าด้านความรู้ความจำและด้านการนำไปใช้ ส่วนด้านความรู้ความจำกับด้านการนำไปใช้ไม่แตกต่างกัน

5. นักเรียนกลุ่มควบคุม เลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไปตามลำดับ

สุทธิพร พรหมรัตน์ (2529 : 70 - 71) ได้ศึกษาการเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้และการคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 364 คน ใช้แบบทดสอบการเลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้นิเอนหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว 203) จำนวน 30 ข้อ วัดพฤติกรรมการคิดด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไป ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เลือกใช้พฤติกรรมด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านความรู้ความจำและการคิดค้นต่อไป

2. การเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้และการคิดแต่ละด้านมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำมีความสัมพันธ์ในทางลบ ส่วนพฤติกรรมด้านการนำไปใช้และการคิดค้นต่อไปมีความสัมพันธ์ในทางบวก ยกเว้น พฤติกรรมด้านการนำไปใช้กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง เลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้และการคิดแต่ละด้านไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการคิดตอบปัญหาทั้งในและต่างประเทศนั้น แนวโน้มพบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ มีแนวทางการคิดตอบปัญหาลดกว่านักเรียนที่ไม่ได้เลือกเรียน สำหรับงานวิจัยในประเทศนั้น พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. มีแนวทางการคิดตอบปัญหาคำนการนำไปใช้สูงกว่าด้านอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแบบของ สสวท. ก็ยังมีแนวโน้มในการที่จะช่วยพัฒนาแนวทางการคิดตอบปัญหาของนักเรียนในทิศทางที่ดี แต่งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งจัดกิจกรรมในรูปแบบที่แตกต่างไปจากของ สสวท. ยังมีค่อนข้างน้อย จึงทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้รูปแบบใดจึงจะทำให้ประสิทธิภาพทางความคิดของนักเรียนดีกว่า รูปแบบการสอนที่จัดอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางที่มีต่อแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ โดยจะทำการศึกษาพฤติกรรมทางการคิดตอบปัญหาคงกล่าวใน 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไป

3. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวทางการคิดตอบปัญหา

อีธ (Heath. 1964 : 531-544) วิจัยพบว่า การคิดตอบปัญหาโดยใช้พฤติกรรมหลักการเรียนรู้และการค้นต่อไปของนักเรียน มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาฟิสิกส์ ที่เรียนตามหลักสูตร PSSC มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC ส่วนนักเรียนที่เลือกใช้วิธีการคิดตอบปัญหาคำนการนำไปใช้ จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เรียนตามหลักสูตร PSSC มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC

เคมปาและคูป (Kempa and Dube. 1973 : 279-282) ได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดทอมนิวทอนวิชาเคมีโดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดทอมนิวทอน ซึ่งแต่ละข้อจะมีพฤติกรรมทอมนิวทอน 3 ด้าน คือด้านความรู้ความจำ หลักการ และการคิดค้นต่อไป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา จำนวน 284 คน ผลการศึกษาค้นพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ มีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้วิธีคิดทอมนิวทอนต่างกัน ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ไม่มีความแตกต่างในการเลือกใช้วิธีคิดทอมนิวทอนแต่ละด้าน

เนเบอร์ (Nabor. 1975 : 3241-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดทอมนิวทอนของนักเรียน ในระดับเกรด 5 และ เกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Education progress : Science วัดความสามารถในการคิดทอมนิวทอนโดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skill Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการคิดทอมนิวทอนได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

โยชิน ศรีโสภา (2524 : 1 - 72) ได้ศึกษาการคิดทอมนิวทอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้แนวการคิดทอมนิวทอนไม่แตกต่างกัน
2. การเลือกใช้แนวการคิดทอมนิวทอนด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไป ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ปราโมทย์ แก้วสุธ (2528 : 1 - 95) ได้ศึกษาแนวการคิดทอมนิวทอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า

1. การเลือกใช้แนวการคิดทอมนิวทอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ด้านความรู้ความจำ

และด้านการนำไปใช้ มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ แต่แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชา วิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การเลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ด้านความรู้ความจำและด้านการคิดค้นต่อไป มีความสัมพันธ์ ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แนวทางการคิดตอบปัญหาวิชา วิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชาติ สังวรกาญจน์ (2529 : 1 - 67) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเลือกแนวทางการคิด ตอบปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 4 จำนวน 332 คน ผลการศึกษาพบว่า การเลือกแนวทางการคิด ตอบปัญหาด้านความรู้ความจำ การใช้หลักการ การนำไปใช้และการคิดค้นต่อไป ไม่มีความสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า นักเรียน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูง เลือกแนวทางการคิดด้านการใช้หลักการสูงกว่านักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วน แนวทางการคิดด้านความรู้ความจำ การนำไปใช้และด้านการคิดค้นต่อไป นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ใน ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ เลือกไม่แตกต่างกับอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05

จากงานวิจัย เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนกับแนวทางการคิดตอบปัญหา จะเห็น ได้ว่า เป็นการศึกษาในด้านความสัมพันธ์ ซึ่งจะมีทั้งที่สัมพันธ์ทางบวก สัมพันธ์ทางลบและไม่มี ความสัมพันธ์กัน แต่ก็มีแนวโน้มว่างานวิจัยที่พบ ส่วนใหญ่แล้วมีความสัมพันธ์ ระหว่างแนวทางการคิด ตอบปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นไปในทางบวก

จาก เอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึง ได้ตั้ง สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า ในครั้งนี้ไว้ดังนี้

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนต่างกัน และมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง มีแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้านแตกต่างกัน
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไปมากกว่าด้านการนำไปใช้ และมากกว่าด้านความรู้ความจำ
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านการนำไปใช้ และมากกว่าด้านการคิดค้นต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 10 ห้องเรียน ทั้งหมด 450 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 2 ห้องเรียน ทั้งหมด 60 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบ Multistage Random Sampling จากประชากรซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 10 ห้องเรียน ทั้งหมด 450 คน โดยสุ่มมา 2 ห้องเรียน ทั้งหมด 82 คน
2. นำนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ที่สุ่มได้มาแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 3 ระดับ คือความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ ดังนี้
 - 2.1 ความสามารถทางการเรียนสูง คือคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป
 - 2.2 ความสามารถทางการเรียนปานกลาง คือคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์

2.3 ความสามารถทางการเรียนต่ำ คือคะแนนเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

3. สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 20 คน โดยการจับฉลาก

4. สุ่มกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนเข้ากลุ่มเป็น 2 กลุ่ม ให้ได้จำนวนเท่า ๆ กัน ซึ่งจะได้จำนวนกลุ่มละ 30 คน

5. สุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ในข้อ 4 โดยวิธีจับฉลากให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิทยาศาสตร์จากหนังสือแบบเรียน วิทยาศาสตร์ เล่มที่ 1 (ว 101) ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการที่จัดทำโดย สสวท. เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

เวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 สอนกลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที

แบบแผนของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีลักษณะการทดลอง ดังนี้

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามระดับความสามารถของนักเรียนในวิชา วิทยาศาสตร์ จากการสอน 2 แบบ เป็นการทดลองแบบ 2×3 Factorial Design (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 222) ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัยที่ 1

การสอน	ระดับความสามารถทางการเรียน		
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
1. สืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง			
2. สืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง			

เปรียบเทียบแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการทดลองแบบ Randomized Control - Group Posttest - Only Design (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 219) ดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนการวิจัยที่ 2

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
LR	-	X	T ₂
CR	-	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

X แทน การจัดกระทำ

T₂ แทน การสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
C แทน กลุ่มควบคุม
E แทน กลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แบบ คือ
 - 1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
 - 1.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
2. แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดแนวทางการคิดของปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการสอน ดำเนินตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา
2. สร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับ

แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

3. นำแผนการสอนที่ได้กับกำกับปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 45 คน ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเทคนิควิธี เวลาและปริมาณเนื้อหาที่จัดกิจกรรม

4. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้ว ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้จริงต่อไป

การสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต สร้างขึ้นโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากหนังสือเทคนิคการวัดผล และหนังสือการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพทย์กุล (2520 : 11 - 401) หนังสือข้อสอบวิชา

วิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพของ คลอเฟเฟอร์ ซึ่งแปลโดย พิศาล สร้อยชูหน้า
(2525 : 1 - 165)

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6 เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3. วิเคราะห์หาอัตราส่วนและพฤติกรรมที่จะวัดในการออกแบบทดสอบ โดย
ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งกำหนดพฤติกรรมที่จะวัดเป็น
4 ด้าน ดังนี้

3.1 ความรู้ความจำ

3.2 ความเข้าใจ

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4 การนำไปใช้

4. นำผลการวิเคราะห์มาสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก
โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิดทาง
วิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ

5. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ ประชานและกรรมการไปรื้อทบทวนวิญญูาภิรมย์
จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง ระหว่าง
ข้อสอบกับจุดประสงค์ แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้
(บุญเชิด วิญญูอนันตพงษ์. 2526 : 89 - 91)

6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงด้านภาษาแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียน
ที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน เพื่อหาคุณภาพแบบทดสอบ

7. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก
(r) โดยใช้เทคนิค 27 ของ Kelly แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุฬ ภา ๒
สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r)
.20 ขึ้นไป (ล้วน ฉายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 186 - 187)

๘. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๓๒ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่ซ้ำกับในข้อ ๖ จำนวน ๑๕๐ คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. ๒๕๓๑ : ๑๖๘) ได้ค่าความเชื่อมั่น ๐.๘๒๓๗

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงบนตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยให้เขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

ข้อ (๐) น้ำมีความสำคัญต่อมนุษย์ในค่านิยมมากที่สุด

- ก. การขับเพลิง
- ข. การชักล้าง
- ค. การเพาะปลูก
- ง. การอุตสาหกรรม
- จ. การคมนาคม

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นโดยมีขั้นตอน ดังนี้

๑. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือเทคนิคการวัดผล และหนังสือการเขียนข้อสอบของ ขวาล แพร่พิบูล (๒๕๒๐ : ๑๑ - ๔๐๑) หนังสือข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพของ คลอฟเฟอร์ ซึ่งแปลโดย พิศาล สร้อยอุทรา (๒๕๒๕ : ๑ - ๑๖๕)
๒. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ บทที่ ๒ เรื่อง "น้ำเพื่อชีวิต" เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
๓. วิเคราะห์หาอัตราส่วนและพฤติกรรมที่จะวัดในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน ๕ ท่าน ซึ่งกำหนดพฤติกรรมที่จะวัดเป็น ๔ ด้าน ดังนี้

- 3.1 ความรู้ความจำ
- 3.2 ความเข้าใจ
- 3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.4 การนำไปใช้

4. นำผลการวิเคราะห์มาสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ

5. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ ประชานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ (บุญเจิก วิทยุอนันตพงษ์. 2526 : 89 - 91)

6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาปรับปรุงคำภาษาไทยแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 150 คน เพื่อหาคุณภาพแบบทดสอบ

7. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ Kelly แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุฑ เท ผ่านสร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 186 - 187)

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ที่ไม่ซ้ำกับข้อ 6 จำนวน 150 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.7932

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงบนตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียง

ข้อเดียว โดยเขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

ข้อ (๐) น้ำในแหล่งน้ำระเหยอยู่ตลอดเวลา แต่ทำไมไม่หมดไปจากโลกเพราะเหตุใด

- ก. มีน้ำสะสมอยู่ที่ดิน
- ข. น้ำระเหยออกไปน้อย
- ค. ไอน้ำรวมตัวเป็นก้อนเมฆ
- ง. บนพื้นโลกมีน้ำปริมาณมาก
- จ. ไอน้ำเปลี่ยนสถานะมาเป็นฝน

การสร้างแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบตามแนวของ แคมป์ และสมบุญ (Kampe and Somboon, 1975)

ซึ่งแบบทดสอบมีลักษณะ ดังนี้

1. ลักษณะของแบบทดสอบแบ่ง เป็น 2 ตอน คือ

1.1 ตอนนำ (stem) เป็นการกำหนดข้อความหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวนั้น ๆ ซึ่งเอื้อต่อการให้นักเรียนคิดตอบปัญหา

1.2 ตัวเลือก (Option) เป็นการกำหนดแนวทางการเลือกวิธีการตอบปัญหา 3 ด้านด้วยกัน คือด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดกันต่อไป โดยที่ตัวเลือกทั้ง 3 ทางก็สอดคล้องข้อความหรือปัญหาในตอนนำ

2. การตรวจให้คะแนนใช้วิธีการตรวจที่ละพฤติกรรม ตัวเลือกที่นักเรียนพอใจมากที่สุดมีค่า 3 คะแนน ตัวเลือกที่นักเรียนพอใจปานกลางมีค่า 2 คะแนน และตัวเลือกที่นักเรียนพอใจน้อยที่สุดมีค่า 1 คะแนน

3. การปรับปรุงแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์

3.1 ความเที่ยงตรงทางด้านเนื้อหา ให้อาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 คน เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องทางด้านเนื้อหา

3.2 ความเที่ยงตรงทางค่าพฤติกรรมการคิดตอบปัญหา ในอาจารย์จาก
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา และนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาผลการศึกษ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ฝ่ายละ 3 คน เป็นผู้พิจารณาความถูกต้องของพฤติกรรมที่วัด
แต่ละท่าน

3.3 การเลือกข้อคำถาม นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง
แล้วคำนวณค่า Preference Index ที่อยู่ระหว่าง .25 - .40 ตามวิธีของ แคมป์และคูเปอร์
(Kempa and Dube. 1973 : 281)

3.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้วิธีการทดสอบซ้ำ โดยนำ
แบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนก้นทรลักษ์วิทยา อำเภอก้นทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ
ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 120 คน โดยมีช่วงเวลาห่างกัน 7 วัน แล้วหาค่าความเชื่อมั่น
ของแต่ละพฤติกรรม โดยวิธีสหสัมพันธ์อย่างง่าย ได้ค่าความเชื่อมั่นดังนี้

ค่าความรู้ความจำ	0.8095
ค่าการนำไปใช้	0.6813
ค่าการคิดค้นต่อไป	0.7794

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง จากข้อความหรือปัญหาที่กำหนดให้จะมีแนวทางการคิดตอบปัญหา
3 แนวทางด้วยกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบว่า แนวทางใดที่นักเรียนพอใจมากที่สุด พอใจ
ปานกลาง และพอใจน้อยที่สุด จากข้อ ก ข และ ค ที่กำหนดให้ นักเรียนไม่ต้องกังวลถึง
ความถูกต้องหรือผิดอย่างใดทั้งสิ้น เพราะแต่ละตัวเลือกมีความเป็นไปได้และสอดคล้องกับข้อความ
หรือปัญหาที่กำหนดให้ก่อนแรก นักเรียนจะต้องเลือกทุก ๆ แนวทาง แล้วเขียนลงไปในกระดาษ
คำตอบที่แจกให้ท่าน หาก ดังนี้

- ตัวเลือกที่พอใจมากที่สุดให้เขียน 3 ลงในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น
ตัวเลือกที่พอใจปานกลางให้เขียน 2 ลงในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น
ตัวเลือกที่พอใจน้อยที่สุดให้เขียน 1 ลงในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น

ข้อ (๐) ถ้ามีสารอินทรีย์อยู่ในน้ำจำนวนมาก ๆ จะทำให้จุลินทรีย์เจริญแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว ความต้องการก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ก็จะสูงตามไปด้วย ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำลดน้อยลง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในน้ำก็จะอาศัยอยู่บริเวณนั้นไม่ได้

- ก. ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำกว่าดีหรือไม่ (ความรู้ความจำ)
- ข. การที่ไม่ทิ้งขยะมูลฝอยลงในแม่น้ำลำคลองนั้น เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาเรื่องน้ำเสียลงได้บ้าง (การนำไปใช้)
- ค. การที่สิ่งมีชีวิตอยู่ในน้ำบริเวณหนึ่งบริเวณใดไม่ได้ นั่น อาจจะไม่ได้มาจากสาเหตุการขาดก๊าซออกซิเจนแต่เพียงอย่างเดียว แต่อาจมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าปกติ หรือปริมาณสารเคมีมากเกินไป (การคิดค้นต่อไป)

กระดาษคำตอบ

ข้อ (๐) ก. ☐ ข. ☐ ค. ☐

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน ทั้งกลุ่มมาแล้วในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เนื้อหาเกี่ยวกับระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ ใช้เวลากลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งวิธีสอนจำแนกเป็น

2.1 กลุ่มทดลอง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนด

แนวทาง

2.2 กลุ่มควบคุม สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนด

แนวทาง

3. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดของปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์

4. ตรวจสอบผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวทางการคิดของปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two-Way Analysis of Variance) แบบ Several Observation Per Cell (ลัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 222) ถ้าพบข้อแตกต่างระหว่างกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจะทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ นิวแมน คูลส์ (Newman - Keules-test)

2. เปรียบเทียบแนวทางการคิดของปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งแยกเป็นด้าน ๆ คือ ด้านความรู้ความจำ การนำไปใช้และการคิดค้นต่อไป โดยใช้ t-test แบบ Independent (ลัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 84)

3. เปรียบเทียบการเลือกใช้แนวทางการคิดของปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ การนำไปใช้และการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One - Way Analysis of Variance) (ลัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 95) ถ้าพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจะทดสอบความแตกต่างของคะแนนเป็นรายคู่ โดยวิธีของ นิวแมน คูลส์ (Newman - Keules Test)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย

1.2 หาค่าความแปรปรวนของ คะแนน

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ใช้สูตร KR-20 ของ คูเคอร์ วิชาร์คสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ $= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของ เครื่องมือฉบับนั้น

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์

ใช้วิธีสอบซ้ำแล้วหาค่าสัมประสิทธิ์ของพฤติกรรมแต่ละด้าน โดยใช้ Person Product -

moment Coefficient Correlation (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.

2531 : 164)

$$r_{tt} = \frac{NXY - (\sum X)(\sum Y)}{[NX^2 - (\sum X)^2][NY^2 - (\sum Y)^2]}$$

เมื่อ r_{tt} แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$\sum XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่าง คะแนนการสอบครั้งแรก (X) และคะแนนการสอบครั้งหลัง (Y)

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบครั้งแรก

$\sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบครั้งหลัง

Σx^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของคะแนน
การสอบครั้งแรก

Σy^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของคะแนน
การสอบครั้งหลัง

4. การวิเคราะห์ตัวเลือกของแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดรอบปัญหามหาวิทยาลัย
โดยวิธีการ แคมป์และดิว (Kempa and Dube. 1973 : 281)

$$\text{Preference Index} = \frac{\text{Sum Scores on a Particular Response}}{\text{Sum Scores for all response in item}}$$

5. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบ
กับจุดประสงค์ มีสูตร ดังนี้ (บุษเจติ วิญญูชนันทพงษ์. 2526 : 89 - 91)

$$IOC = \frac{R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

R แทน ผลรวมคะแนนความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญ เนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ เนื้อหาวิชา

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมหาวิทยาลัยของนักเรียนระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two -
Way Analysis of Variance) แบบ Several Observation Per Cell
(ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 222) ถ้าพบข้อแตกต่างระหว่างกลุ่ม
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจะทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยรายคู่ โดยวิธีของ
นิวแมน-คูลส์ (Newman - Keuls Test)

7. เปรียบเทียบแนวทางการคิดรอบปัญหามหาวิทยาลัยของนักเรียนระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งแยกเป็นชั้น ๆ คือ คำนวณความรู้ความจำ การนำไปใช้ และ
การคิดค้นต่อไป โดยใช้ t-test แบบ Independent (ลวน สายยศ และอังคณา
สายยศ. 2531 : 84)

๒. เปรียบเทียบการเลือกใช้แนวการศึกษาค้นคว้าในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ ความจำ การนำไปใช้และการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One - Way Analysis of Variance) (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 95) ถ้าพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจะทดสอบความแตกต่างของคะแนนเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ นิวแมน คูลส์ (Newman - Keuls Test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ ดังนี้

SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของคะแนน
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา F-distribution
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ แสดงได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
การสอน	6.70	1	6.70	0.19
ระดับความสามารถ	1769.43	2	884.71	25.69**
การสอน $\times$ ระดับความสามารถ	6.64	2	3.32	0.096
ส่วนที่เหลือ	1860	54	34.44	
รวม	3642.80	59		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. การสอนกับระดับความสามารถทางการเรียน ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนต่างกัน และมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบ คะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านความรู้ความจำของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบ ไม่กำหนด
แนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แสดงได้
ดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบ คะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านความรู้ความจำของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบ
ไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด กิจกรรมแบบ ไม่กำหนดแนวทาง	30	56.23	30.25	4.63**
ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด กิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง	30	62.57	32.74	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่า แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบ ไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้
การการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ คำนวณนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แสดงได้ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ คำนวณนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	30	59.23	25.15	2.28 *
ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง	30	56.20	34.16	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 แสดงว่า แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ คำนวณนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
 ด้านการคิดค้นต่อไปของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนด
 แนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แสดงได้
 ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
 ด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรม
 แบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนด
 แนวทาง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	30	64.53	21.91	2.56*
ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง	30	61.23	33.98	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 แสดงว่า แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้น
 ต่อไปของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
 กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน แนวการคิดตอบปัญหาในวิชา
วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง แสดงได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ คะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนที่ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบ ไม่กำหนดแนวทาง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	1059.79	2	529.89	19.92**
ภายในกลุ่ม	2314.21	87	26.60	
รวม	3374	89		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 แสดงว่า แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้
ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ แบบไม่กำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อแสดงให้เห็นว่า แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ
ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป กันใดแตกต่างกัน จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย
ของคะแนนแต่ละด้าน เป็นรายคู่ โดยวิธีของ นิวแมน-คูลส์ (Newman - Keules) แสดงได้
ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไปของนักเรียนที่ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

แนวทางการคิดตอบปัญหา ในวิชาวิทยาศาสตร์	$\bar{x}$	ด้านความรู้ความจำ	ด้านการนำไปใช้	ด้านการคิดค้นต่อไป
		56.23	59.23	64.53
ด้านความรู้ความจำ	56.23	-	3.00	8.30**
ด้านการนำไปใช้	59.23		-	5.30
ด้านการคิดค้นต่อไป	64.53			-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด
กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง มีแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้น
ต่อไปกับด้านความรู้ความจำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่เลือกใช้
แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นต่อไปมากกว่าด้านความรู้ความจำ
ส่วนแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้กับด้านความรู้ความจำ และ
แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นต่อไปกับด้านการนำไปใช้ แตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไปของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แสดงได้ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไปของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	676.46	2	338.23	10.31**
ภายในกลุ่ม	2853.54	87	32.80	
รวม	3530	89		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงว่า แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อแสดงให้เห็นว่า แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป ด้านใดแตกต่างกัน จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละค่าเป็นรายคู่ โดยวิธีของ นิวแมน-คูลส์ (Newman - Keules) แสดงได้ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไปของนักเรียนที่ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

แนวการคิดตอบปัญหา ในวิชาวิทยาศาสตร์	$\bar{x}$	ด้านการนำไปใช้	ด้านการคิดค้นต่อไป	ด้านความรู้ความจำ
		56.20	61.23	62.57
ด้านการนำไปใช้	56.20	-	5.03	6.37 *
ด้านการคิดค้นต่อไป	61.23	-	-	1.34
ด้านความรู้ความจำ	62.57	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรม
แบบกำหนดแนวทาง มีแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำกับด้าน
การนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่เลือกใช้แนวการคิด
ตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านการนำไปใช้ ส่วนแนวการคิด
ตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไปกับด้านการนำไปใช้ และแนวการคิดตอบปัญหา
ในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำกับด้านการคิดค้นต่อไปแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทางสถิติ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง สรุปผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อ เปรียบ เที่ยบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ ได้รับการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบ สืบ เสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
2. เพื่อศึกษามิติด้านอื่นระหว่าง ระดับความสามารถทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
3. เพื่อ เปรียบ เที่ยบแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ระหว่าง นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
4. เพื่อ เปรียบ เที่ยบการเลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบ ไม่กำหนดแนวทาง
5. เพื่อ เปรียบ เที่ยบการ เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนต่างกัน และมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง มีแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านแตกต่างกัน
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไปมากกว่าด้านการนำไปใช้ และมากกว่าด้านความรู้ความจำ
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ มากกว่าด้านการนำไปใช้ และมากกว่าด้านการคิดค้นต่อไป

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบ Multistage Random Sampling จากประชากรซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 10 ห้องเรียน ทั้งหมด 450 คน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
 - 2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
 - 2.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

2.3 แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้แบ่ง ระบุความสามารถทางการเรียนของนักเรียน ออกเป็นกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.8237

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือกจำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.7932

2.5 แบบทดสอบวัดแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่สร้างตามแนวของ แคมป์ และสมญรัตน์ จิตพงศ์ โดยใช้เนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 (ว 101) เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นแต่ละด้านเป็นดังนี้ ด้านความรู้ความจำ 0.8095 ด้านการนำไปใช้ 0.6813 ด้านการคิดค้นต่อไป 0.7794

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนทำการทดลอง 1 สัปดาห์ เพื่อแบ่ง ระบุความสามารถทางการเรียน ด้วยแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ออกเป็น 3 ระดับ คือความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ

3.2 ดำเนินการสอน ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 24 คาบ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

3.3 ทำการสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Post - Test) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม

3.4 ตรวจสอบผลการทดสอบแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two-way Analysis of Variance) แบบ Several Observation Percell (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 222) ถ้าพบข้อแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยรายคู่ โดยวิธีของ นิวแมน คูลส์ (Newman - Keules Test)

2. เปรียบเทียบแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งแยกเป็นด้าน ๆ คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไป โดยใช้ t-test แบบ Independent (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 84)

3. เปรียบเทียบการเลือกใช้แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นต่อไปของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One - Way Analysis of Variance) (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 95) ถ้าพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจะทดสอบความแตกต่างของคะแนนเป็นรายคู่ โดยวิธีของ นิวแมน คูลส์ (Newman - Keules Test)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนต่างกัน และมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือการสอนและระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง มีแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนี้

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ดังนี้

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป กับด้านความรู้ความจำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป มากกว่าด้านความรู้ความจำ

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ กับด้านความรู้ความจำ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไปกับด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ดังนี้

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ กับด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ มากกว่าด้านการนำไปใช้

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป กับด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวทางการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ กับด้าน
การคิดค้นต่อไป แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวทางการศึกษา
ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผล
ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ผลดังนี้

1. จากสมมติฐานข้อที่ 1 "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด
กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่จัดกิจกรรมแบบ
กำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน"

ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบ
ไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง
ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุ
ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ประการแรก การเรียนการสอนที่จัดให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มุ่งเน้นให้
นักเรียนฝึกใช้ความคิดในการเรียนรู้ ซึ่งผลขั้นสุดท้ายจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่ง
ที่เรียน กล่าวคือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนด
แนวทาง เมื่อเริ่มเรียน นักเรียนจะต้องฝึกระบุปัญหาจากสถานการณ์ และร่วมกันอภิปรายปัญหา
ที่ระบุขึ้น เพื่อให้เห็นลักษณะปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่
การทดลอง และคำตอบที่ได้จากการทดลอง จากนั้นจึงทำการทดลอง ซึ่งนักเรียนต้องฝึกฝน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การออกแบบการทดลอง
การควบคุมตัวแปร ฯลฯ เพื่อให้การทดลองนั้นถูกต้อง อันจะนำไปสู่ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือได้
มากที่สุด นอกจากนั้นก็จะต้องสามารถอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผล สำหรับ

กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง ครูจะเป็นผู้ใช้คำถามในการอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ ร่วมกับนักเรียน เพื่อฝึกกระบวนการ รวมถึงการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่การทดลอง และคำตอบที่ได้จากการทดลอง จากนั้นจึงทำการทดลอง โดยที่นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกัน นักเรียนก็จะเกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียน ซึ่งคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยงานวิทยาลัย (2525 : 58 - 64) กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วย ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้าหากนักเรียนได้รับการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ ก็จะพัฒนาตามไปด้วย ดังนั้นจะเห็นว่าวิธีการสอนทั้งสองแบบต่างก็มีประสิทธิภาพพอ ๆ กัน

ประการที่สอง นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างอยู่ในวัยเดียวกัน (วัยเด็กตอนปลาย : อายุระหว่าง 10 - 12 ปี) ต่างก็มีความต้องการที่จะเป็นที่ยอมรับ และต้องการที่จะได้รับการยอมรับ (เพอมา วงศ์สารศรี. 2526 : 174) จึงมีความรับผิดชอบในการเรียน ประกอบกับการเรียนในภาคเรียนนี้เป็นภาคแรกของปีการศึกษาที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมาอยู่ในสภาพแวดล้อมใหม่ จึงพยายามปรับตัวและมีความกระตือรือร้นในการเรียนทั้งสองกลุ่ม

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยดังกล่าวนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) เดวิส (Davis. 1978 : 211-2) พรหมิล ชาญชัย เชาววิวัฒน์ (2525 : 62 - 66) ยงบุษย สายคง (2527 : 68) และปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมการสอนต่างกัน ที่ต้องผลตอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมที่ต่างกันนั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ //

2. จากสมมติฐานข้อที่ 2 "นักเรียนที่ได้รับการสอนต่างกัน และมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน"

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนต่างกันและมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือการสอนและระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้แก่แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ต่างก็เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีขั้นตอนการให้ความรู้ ควบคู่ไปกับการพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้ โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนเหมือนกัน จึงทำให้ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน

ประการที่สอง สภาพของตัวครู และวิธีการถ่ายทอดความรู้ ตลอดจนการให้แนวทาง ข้อคิด และสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้แก่แก่นักเรียน อาจจะได้เหมือนกัน สำหรับวิธีสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เนื่องจากใช้ผู้สอนคนเดียวกัน และใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 24 คาบ เท่ากัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนต่างกัน และมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ การสอนและระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ผลการวิจัยดังกล่าวนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วินัย เี่ยมเมือง (2529 : 94 - 95) ซึ่งได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่าการสอนและระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบแนวความคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังนี้

1. จากสมมติฐานข้อที่ 3 "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง มีแนวความคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านแตกต่างกัน"

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

มีแนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ละด้าน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ดังนี้

แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ แตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่ผลการศึกษานี้ เป็นดังนี้ อาจ เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียน
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นรูปแบบการสอนที่เน้น
กระบวนการคิดด้วยตนเองมากขึ้น จึง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกแก้ปัญหา
อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจะก่อให้เกิดความรู้ความชำนาญในการคิดแก้ปัญหาตามวิธีการที่เคย
ได้รับประสบการณ์มา ทั้งนี้เนื่องจากแบบการคิดสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้โดยขึ้นอยู่กับ
การอบรมสั่งสอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เกรเซอร์ (สมบุญ จิตพงศ์. 2519 ;
อ้างอิงมาจาก Glaser. 1970) ที่กล่าวว่า ครูจะเป็นผู้ชักนำและกำหนดกระบวนการคิด
ของนักเรียน เนื่องจาก วิธีการที่ครูใช้มีอิทธิพลต่อผู้เรียนมากกว่าแบบการคิดในแต่ละบุคคล
เสียอีก แสดงให้เห็นว่า การพยายามเลือกหาวิธีที่เหมาะสมในการคิดตอบปัญหาของนักเรียนนั้น
จะใช้กระบวนการคิดแบบใดย่อมขึ้นอยู่กับนักเรียนได้รับประสบการณ์ในการคิดมาอย่างไรนั่นเอง
และการเลือกวิธีในการคิดตอบปัญหาที่ต่างกันนั้น ย่อมทำให้ผลที่ได้รับจากการตอบปัญหาแตกต่าง
ไปด้วย ดังนั้นการที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบ
ไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการคิดด้วยตนเอง เพื่อแก้ปัญหาโดยวิธีการทาง
วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน จึง เป็นการจัดประสบการณ์ ให้นักเรียนได้รู้จักวิธีการที่จะนำไปใช้
ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่านักเรียนที่ไม่เคยได้รับประสบการณ์มาก่อน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้แนวทางการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ
ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปราโมทย์ แก้วสุต (2528 : 86 - 87) ซึ่งได้ทำการศึกษา

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการ
ทั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครู ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า
แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ ด้านการคิดค้น
ต่อไป ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จากสมมติฐานข้อที่ 4 "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด
กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้าน
การคิดค้นต่อไปมากกว่าด้านการนำไปใช้ และมากกว่าด้านความรู้ความจำ"

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรม
แบบไม่กำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันดังนี้

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป กับด้านความรู้
ความจำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหา
ในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป มากกว่าด้านความรู้ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน
ที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียน
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นรูปแบบการสอนที่เน้น
กระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองมากขึ้น จึงช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดแก้ปัญหาอยู่
ตลอดเวลา ซึ่งประสบการณ์ที่ได้รับจากการแก้ปัญหานี้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวิธี
การแก้ปัญหาที่ทองอาศัย การวิเคราะห์หรือวิพากษ์วิจารณ์ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ
เรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดมาให้อย่างมีเหตุผล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เที่ยงตรงกว้างขวาง
ยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้าน
การคิดค้นต่อไป มากกว่าด้านความรู้ความจำ ผลการวิจัยดังกล่าวนี้อาจสอดคล้องกับผลการวิจัย
ของ ปราโมทย์ แก้วสุต (2528 : 86 - 87) ซึ่งได้ทำการศึกษาแนวการคิดตอบปัญหาใน
วิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการทั้งสมมติฐานและ
การพยากรณ์ (กลุ่มทดลอง) กับการสอนตามคู่มือครู (กลุ่มควบคุม) ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า กลุ่มทดลองเลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านการคิดค้นต่อไป มากกว่าด้านความรู้ความจำ

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ กับด้านความรู้ความจำ
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษ
ค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเป็นเพราะว่า กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด
กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง มีส่วนช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน โดยใช้พฤติกรรม
ด้านการนำไปใช้ และด้านความรู้ความจำได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากนักเรียนได้รับประสบการณ์
เกี่ยวกับการคิดค้นด้วยตนเองมากขึ้น จากกระบวนการแสวงหาความรู้โดยวิธีการทาง
วิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดการค้นพบด้วยตัวความรู้ และใช้เป็นพื้นฐานนำไปประยุกต์ใช้สำหรับ
การเรียนรู้ต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับคุณธรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน
วิทยาศาสตร์ พวงมณีวิทยาลัย (2525 : 58 - 64) ที่กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์ เป็น
วิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้าหากนักเรียนได้รับการพัฒนา
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาตามไปด้วย ดังนั้นจึง
ทำให้นักเรียนมีความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการคิดโดยใช้พฤติกรรมด้านการนำไปใช้และ
ด้านความรู้ความจำได้ใกล้เคียงกัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้าน
การนำไปใช้กับด้านความรู้ความจำ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยจึงกล่าวนี้
สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 66 - 67) ซึ่งได้ทำการศึกษา
แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้ง
สมมติฐานและการพยากรณ์ (กลุ่มทดลอง) กับการสอนตามคู่มือครู (กลุ่มควบคุม) ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองเลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
ด้านการนำไปใช้กับด้านความรู้ความจำ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไป กับด้านการนำไปใช้
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษ
ค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้

ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง มีส่วนช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน โดยให้
 พฤติกรรมด้านการคิดค้นต่อไป และคำแนะนำไปใช้ได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากนักเรียนได้รับ
 ประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดด้วยตนเองมากขึ้น จากกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งจะ
 ก่อให้เกิดทั้งความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำมาประยุกต์กับสถานการณ์ที่
 แปลกออกไป รวมทั้งการวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับเรื่องราวที่ได้ อย่างมี
 เหตุผล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรง กว้างขวางยิ่งขึ้นสำหรับการค้นหาคำตอบ จึงนับได้ว่า
 วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางนี้มีส่วนช่วยส่งเสริม
 กระบวนการคิด โดยให้พฤติกรรมด้านการคิดค้นต่อไปและคำแนะนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ
 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ต้องการจะให้นักเรียนได้รู้จักคิดค้นหาเหตุผลและรู้จักแสวงหาความรู้
 ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2520 : 1) ดังนั้น
 จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการคิด โดยให้พฤติกรรมด้านการคิดค้นต่อไป
 และคำแนะนำไปใช้ได้ใกล้เคียงกัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้นักเรียนได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้าน
 การคิดค้นต่อไป กับคำแนะนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. จากสมมติฐานข้อที่ 5 "นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด
 กิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้
 ความจำมากกว่าคำแนะนำไปใช้ และมากกว่าด้านการคิดค้นต่อไป"

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรม
 แบบกำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ดังนี้

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำกับคำแนะนำไปใช้
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชา
 วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำมากกว่าคำแนะนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
 การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเป็นเพราะว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัด
 กิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่ได้เน้นกระบวนการ
 คิดด้วยตนเองมากนัก เพราะส่วนใหญ่ ครูจะเป็นผู้ชี้แนะ นับตั้งแต่ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน

ออกแบบการทดลอง และสรุปผลการทดลอง นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติตามตลอดเวลา ดังนั้น จึงเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียนในลักษณะของการจดจำข้อมูล ข้อเท็จจริง ศัพท์ทางวิชาการที่ระลึกได้ในเรื่องราวนั้น ๆ โดยไม่ต้องคิดพิจารณาอย่างลึกซึ้ง ก็จะพบได้จากการที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำในการคิดตอบปัญหา อยู่มา

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ มากกว่าด้านการนำไปใช้ ผลการวิจัยก็กล่าวนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86 - 87) ซึ่งได้ทำการศึกษานำแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการ ทั้ง สมมติฐานและการพยากรณ์ (กลุ่มทดลอง) กับการสอนตามคู่มือครู (กลุ่มควบคุม) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุม เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านการนำไปใช้

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นต่อไปกับด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเป็นเพราะว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง มีส่วนช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน โดยใช้พฤติกรรมด้านการคิดค้นต่อไป และด้านการนำไปใช้ได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากนักเรียนได้มีส่วนร่วม และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดด้วยตนเองจากกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางที่ครูกำหนดไว้ ซึ่งจะส่งผลช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์กับสถานการณ์ที่แปลกออกไป รู้จักวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล สำหรับการค้นหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ต้องการจะให้นักเรียนได้รู้จักคิดค้นหาเหตุผลและรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. 2540 : 1) ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนมีความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการคิดโดยใช้พฤติกรรมด้านการคิดค้นต่อไปและด้านการนำไปใช้ได้ใกล้เคียงกัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นต่อไปกับด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำกับด้านการคิดค้นต่อไป แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเป็นเพราะว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางมีส่วนช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียน โดยใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นต่อไปได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางไม่ได้เน้นการจัดประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดด้วยตนเองให้กับนักเรียนมากนัก ดังนั้นนักเรียนจึงใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำในการเรียนรู้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งผลการเรียนรู้มีว่าก่อให้เกิดประโยชน์โดยสามารถใช้เป็นพื้นฐานในการนำไปวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดมาให้ได้อย่างมีเหตุผล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เที่ยงตรง กว้างขวางยิ่งขึ้น รวมถึงการเสนอสมมติฐานเพื่อการคิดค้นต่อไปได้ ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนมีความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการคิดโดยใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นต่อไปได้ใกล้เคียงกัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง เลือกใช้แนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ กับด้านการคิดค้นต่อไป แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียนที่เทียบกับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง ดังนั้น ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์อาจจะนำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนด

แนวทางมาใช้ในการเรียนการสอนบ้าง เพราะวิธีการดังกล่าวมีส่วนช่วยส่งเสริมกระบวนการฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

1.2 จากการสังเกตพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ทำให้นักเรียนเกิดความตึงเครียดในระยะแรกสำหรับนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ดีพอ ดังนั้น ก่อนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ครูผู้สอนควรที่จะได้มีการเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ด้วยการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการควบคุมตัวแปร ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ จากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางได้ดียิ่งขึ้น

1.3 ก่อนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ครูผู้สอนควรได้มีการเตรียมตนเองให้มีความพร้อมสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางในค่านิยมวิธีสอน เช่น การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง การนำเสนอปัญหาในรูปแบบสถานการณ์ การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ประกอบการฝึกทดลองถึงการวัดผลประเมินผล ซึ่งอาจจะทำได้โดยการขอเข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ทั้งนี้เพื่อให้การจัดกิจกรรมการสอนของครูสามารถดำเนินไปได้ด้วยดียิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้า

2.1 ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวทางการศึกษาปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

2.2 ควรมีการศึกษาลงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง กับตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิธีสอน การพัฒนาการเรียนรู้ และความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาดูการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่จัดกิจกรรมแบบไม่
กำหนดแนวทางในเนื้อหาอื่น และระดับอื่น

ဘဏ္ဍာရန်ကုန်

บรรณานุกรม

- กมล ชูสมบัติ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ใช้การทดลองแบบแนะแนวทางกับการทดลองแบบไม่แนะแนวทาง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2528. อักสำเนา.
- กอสักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. 2525. อักสำเนา.
- คลอฟเฟอร์, เดียวโปลด์ อี. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้คุณภาพ. แปลโดย พิศาล สร้อยจันทร์ ภาควิชาการ, 2525.
- ชวาล แพทย์กุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : พัทธอักษร, 2520.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาลักษณะและแนวการฝึกแก่นักเรียนทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักสำเนา.
- ผดุงยศ คงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.
- พรพิมล ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์. ผลการสอนแบบสืบสวนชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถามที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อักสำเนา.

- พรณี ภวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักสำเนา.
- พยอม คัมภีร์. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนควบคู่การเรียนวิชาจิตวิทยาในรูปแบบเชิงปัญญากับรูปแบบที่ให้อิสระตัวไป. วิทยานิพนธ์ ศศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสำเนา.
- พยอม วงศ์สารศรี. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : สารเสริมรู้, 2526.
- พิมพ์ หะเคศคุปต์. "วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. หน่วยที่ 1 - 7 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- มานี จันทวิล. "หลักสูตรวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา," ข่าวสารสสวท. 5 : 9 - 13 ; กรกฎาคม 2520.
- ยงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.
- โยธิน ศรีโสภ. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสำเนา.
- จวน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพรจำกัฏ, 2531.
- วินัย วิทยาลัย. ศึกษาการเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้และการคิดในเนื้อหาวิชาเคมี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อักสำเนา.

วิรุฒ วิเชษฐโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ :

อำนวยการพิมพ์, 2521.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพ. ม.ป.ท., 2519. อักสำเนา.

_____. เอกสารประกอบการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. ม.ป.ท.,
2518. อักสำเนา.

สมจิต สวชนไพฑูย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2526. อักสำเนา.

สมบุญ จิตพงศ์. การประเมินผลหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสำเนา.

สมศักดิ์ สันตะระเวชชัย. การเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ที่เรียนหลักสูตร สสวท. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2519. อักสำเนา.

สมสมัย สมทรัพย์. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามทางกัน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.

สมหวัง จัยทามล. การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา การเรียน
วิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับ
การสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.
อักสำเนา.

สุชาติ สังวรกาญจน์. ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เลือกแบบการคิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 4.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529. อักสำเนา.

- สุทธิพร พรมรัตน์. การศึกษาการเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้และการคิดในวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529. อักสาเนา.
- สุนันท์ สังข์ทอง. "การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ประชาชน,"
สสวท. 14(3) : 16 - 23 ; มิถุนายน - กันยายน 2529.
- สุนันท์ คล้ายนิล. "ครูกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโรงเรียน," ครูปริทัศน์. 12 :
54 - 59 ; กันยายน 2530.
- สุภาพ วาตเขียน. ตัวอย่างโรนีสต นักศึกษาคูจึงจะสอนได้ก็. กรุงเทพฯ : ไทวันพัฒนาฯ,
2523.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.
- เสริมศรี เสวตมร และสาลี งามศิริ. "การวิเคราะห์วิธีการสอนแบบ Inquiry,"
ครูศาสตร์. ฉบับพิเศษ : 68 - 69 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.
- หอมหวล ใจซื่อ. การศึกษาค้นคว้าและการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนต้น
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสาเนา.
- อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์
และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม. 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักสาเนา.
- อาราษา แสงไชย. การศึกษาค้นคว้าและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่สองที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนด
แนวทางและไม่กำหนดแนวทาง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสาเนา.

อุทัย บุญมาศรี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท. ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสาเนา.

Attwood, R.K. "Development of a Cognitive Preference Examination Utilizing General Science and Social Science Content," Journal of Research in Science Teaching. 8(3) ; 273 - 275; 1971.

Australian Science Education Project. A Guide to ASEP. State of Victoria, 1974.

Barnett, Howard C. "An Investigation of Relationship Among Biology Achievement, Perception of Teacher Styles and Cognitive Preference," Journal of Research in Science Teaching. 11 : 141 - 147; 1974.

Bloom, Benjamin S. and others. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York : McGraw-Hill, 1971.

Clark, Leonard H. and Starv, Irving S. Secondary School Teaching Methods. New York : Macmillan, 1976.

Davis, Janice Orlich. "The Effects of Three Approaches to Science Instruction on the Science Achievement, Understanding and Attitude of Selected Fifth and Sixth Grade Student," Dissertation Abstracts International. 39 : 211-A; July, 1978.

Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided-Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164-A; January, 1979.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. New Jersey : Education Testing Service, Princeton, 1952.

Goldmark, Bernice and Alphoretta S. Fish. "Inquiry Method : Three Interpretations," The Science Teacher. 2: 13 - 15; February, 1966.

Goldmark, Bernice. Social Students : A Method of Inquiry. Calif : Wadsworth Publishing Company, 1968.

Good, Cater V. Dictionary of Education. Edited by Good, Cater V. New York : McGraw-Hill Company, 1973.

Hanson, Kyle. "What's the Problem?," Journal of Science and Children. 10 ; 32 - 33; October, 1976.

- Heath, Robert W. "Curriculum Cognitive and Educational Measurement," Educational and Psychological Measurement. 24 : 539 - 544, 1964.
- Jungwirth Ethud. "Alternative Interpretations of Finding in Cognitive Preference Research in Science," Science Education. 64(1) : 85 - 94, 1980.
- Kempa, R.F. and G.E. Dube. "Cognitive Preference Orientations in Students of Chemistry," The British Journal of Educational Psychology. 43(3) : 379 - 288, November, 1973.
- Kenneth, Kampe and Soomboon Chitapong. Construction and Validation of A Cognitive Preference Examination for Thai Secondary School Students. IPST. 1975.
- Kolebas, Pacticia. "The Effect on the Intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students Who have Participated in Science-A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443-A; February, 1972.
- Nabors, Donald C. "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem Solving Abilities of Black Pupils at the Intermediate Level in Computer Supported Instructional and Self-Contained Instructional Process," Dissertation Abstracts International. 36 : 3241-A; December, 1975.
- Olarinoye, Raphael Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching a Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848-A; February, 1979.
- Romey, William E. Inquiry Techniques for Teaching Science. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1968.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslic W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School, 2nd ed. 1973.
- Tamir Pinchas and Vincent M. Lunetta. "Cognitive Preference in Biology of A Group of Talented High School Students," Journal of Research in Science Teaching. 15(1) : 59 - 64; 1978.
- Wright, Robert R. "Cognitive Preference of College Students Majoring in Science, Mathematics and Engineering," Dissertation Abstracts International. 36 : 5180-A; February, 1975.

הרעשנות

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ และคะแนนจากการทดสอบ

ตาราง 12 ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากกลุ่มสร้างเสริม
ประสบการณ์ชีวิต

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.43	.33	13.7	21	.63	.49	11.6
2	.72	.33	10.6	22	.77	.49	10.1
3	.66	.32	11.3	23	.60	.50	12.0
4	.76	.25	10.2	24	.64	.36	11.6
5	.32	.38	14.9	25	.39	.32	14.2
6	.77	.23	10.1	26	.49	.66	13.1
7	.54	.27	12.6	27	.46	.44	13.4
8	.64	.27	11.6	28	.45	.27	13.5
9	.72	.47	10.6	29	.22	.30	16.1
10	.50	.46	13.0	30	.68	.46	11.1
11	.57	.33	12.3	31	.54	.49	12.6
12	.46	.23	13.4	32	.28	.41	15.4
13	.50	.22	13.0	33	.62	.22	11.8
14	.33	.38	14.8	34	.65	.34	11.4
15	.74	.38	10.4	35	.42	.57	13.8
16	.64	.55	11.6	36	.33	.25	14.8
17	.29	.34	15.3	37	.40	.33	14.1
18	.41	.40	13.9	38	.28	.30	15.4
19	.44	.25	13.6	39	.22	.36	16.1
20	.67	.64	11.3	40	.55	.43	12.5

12 נרצח (פח)

• 10	p	r	$\triangle$	• 10	p	r	$\triangle$
41	.31	.29	15.0	51	.21	.28	16.2
42	.40	.33	14.1	52	.51	.57	12.9
43	.53	.41	12.7	53	.47	.47	13.3
44	.38	.41	14.3	54	.47	.37	13.3
45	.37	.49	14.4	55	.33	.33	14.7
46	.22	.36	16.1	56	.27	.21	15.4
47	.21	.28	16.2	57	.41	.35	14.0
48	.25	.37	15.7	58	.32	.25	14.9
49	.26	.24	15.6	59	.22	.36	16.1
50	.56	.41	12.4	60	.35	.24	14.6

ตาราง 13 ค่า p, r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสัมพันธ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.70	.51	10.9	21	.48	.25	13.2
2	.68	.28	11.1	22	.45	.29	13.5
3	.47	.22	13.3	23	.43	.45	13.7
4	.61	.25	11.9	24	.29	.47	15.2
5	.51	.20	12.9	25	.66	.32	11.3
6	.50	.28	13.0	26	.34	.35	14.6
7	.54	.44	12.6	27	.65	.58	11.4
8	.53	.33	12.7	28	.69	.61	11.0
9	.61	.39	11.9	29	.39	.53	14.1
10	.78	.30	9.9	30	.33	.54	14.7
11	.44	.25	13.6	31	.49	.34	13.1
12	.72	.21	10.7	32	.51	.20	12.9
13	.35	.30	14.5	33	.58	.24	12.2
14	.29	.24	15.3	34	.34	.22	14.7
15	.36	.22	14.5	35	.31	.33	15.0
16	.48	.49	13.2	36	.52	.22	12.8
17	.79	.21	9.8	37	.43	.45	13.7
18	.24	.25	15.8	38	.43	.50	13.7
19	.33	.29	14.7	39	.39	.21	14.1
20	.42	.42	13.8	40	.61	.39	11.0

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
41	.52	.56	12.8	51	.34	.27	14.7
42	.42	.38	13.8	52	.45	.27	13.5
43	.63	.26	11.6	53	.37	.29	14.3
44	.58	.44	12.2	54	.51	.44	12.9
45	.48	.45	13.2	55	.61	.41	11.9
46	.46	.39	13.4	56	.29	.34	15.3
47	.33	.56	14.7	57	.49	.47	13.1
48	.30	.32	15.1	58	.36	.23	14.4
49	.58	.35	12.2	59	.48	.39	13.2
50	.32	.38	14.9	60	.36	.54	14.5

ตาราง 14 ค่า Preference Index ของแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดของปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อ	ตัวเลือก			ข้อ	ตัวเลือก		
	ก	ข	ค		ก	ข	ค
1	0.40	0.30	0.30	16	0.36	0.35	0.29
2	0.26	0.39	0.35	17	0.33	0.36	0.31
3	0.27	0.33	0.40	18	0.32	0.32	0.36
4	0.33	0.40	0.27	19	0.35	0.31	0.34
5	0.25	0.36	0.39	20	0.34	0.28	0.38
6	0.31	0.29	0.40	21	0.40	0.27	0.33
7	0.31	0.34	0.35	22	0.36	0.36	0.28
8	0.37	0.28	0.35	23	0.27	0.33	0.40
9	0.33	0.31	0.36	24	0.35	0.33	0.32
10	0.39	0.27	0.34	25	0.35	0.27	0.38
11	0.38	0.35	0.27	26	0.30	0.31	0.39
12	0.28	0.40	0.32	27	0.40	0.30	0.30
13	0.36	0.34	0.30	28	0.35	0.34	0.31
14	0.35	0.30	0.35	29	0.33	0.40	0.27
15	0.33	0.37	0.30	30	0.27	0.39	0.34

ตาราง 15 ค่าตอบแทนและพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดของปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์

1 ด้านความรู้ความจำ 2 ด้านการนำไปใช้ 3 ด้านการคิดค้นต่อไป

1	ก	1	ข	2	ค	3	16	ก	2	ข	1	ค	3
2	ก	3	ข	1	ค	2	17	ก	3	ข	1	ค	2
3	ก	3	ข	2	ค	1	18	ก	3	ข	1	ค	2
4	ก	1	ข	3	ค	2	19	ก	3	ข	2	ค	1
5	ก	2	ข	1	ค	3	20	ก	2	ข	1	ค	3
6	ก	1	ข	3	ค	2	21	ก	3	ข	2	ค	1
7	ก	2	ข	1	ค	3	22	ก	2	ข	3	ค	1
8	ก	1	ข	2	ค	3	23	ก	1	ข	2	ค	3
9	ก	1	ข	2	ค	3	24	ก	1	ข	2	ค	3
10	ก	3	ข	2	ค	1	25	ก	1	ข	2	ค	3
11	ก	1	ข	2	ค	3	26	ก	1	ข	2	ค	3
12	ก	3	ข	1	ค	2	27	ก	2	ข	3	ค	1
13	ก	2	ข	3	ค	1	28	ก	1	ข	2	ค	3
14	ก	1	ข	2	ค	3	29	ก	1	ข	3	ค	2
15	ก	1	ข	3	ค	2	30	ก	3	ข	2	ค	1

ตาราง 16 คะแนนข้อสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง						กลุ่มควบคุม					
ระดับความสามารถทางการเรียน						ระดับความสามารถทางการเรียน					
สูง		ปานกลาง		ต่ำ		สูง		ปานกลาง		ต่ำ	
คนท	X	คนท	X	คนท	X	คนท	X	คนท	X	คนท	X
1	43	1	34	1	29	1	40	1	34	1	32
2	40	2	34	2	28	2	40	2	31	2	28
3	40	3	33	3	26	3	40	3	29	3	22
4	35	4	29	4	24	4	38	4	27	4	22
5	34	5	29	5	22	5	37	5	26	5	22
6	34	6	28	6	18	6	36	6	25	6	20
7	32	7	27	7	18	7	35	7	24	7	18
8	29	8	26	8	17	8	28	8	23	8	17
9	29	9	21	9	15	9	24	9	22	9	16
10	25	10	18	10	10	10	20	10	22	10	9

$$\bar{X} = 34.1 \quad \bar{X} = 27.9 \quad \bar{X} = 20.7 \quad \bar{X} = 33.8 \quad \bar{X} = 26.3 \quad \bar{X} = 20.6$$

$$S.D. = 5.66 \quad S.D. = 5.30 \quad S.D. = 6.12 \quad S.D. = 7.22 \quad S.D. = 4.00 \quad S.D. = 6.38$$

ตาราง 17 คะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้
และด้านการคิดค้นต่อไป ของกลุ่มทดลอง

ความรู้ความจำ		การนำไปใช้		การคิดค้นต่อไป	
คนที่	x	คนที่	x	คนที่	x
1	69	1	43	1	68
2	65	2	60	2	55
3	64	3	60	3	56
4	64	4	54	4	62
5	63	5	57	5	60
6	62	6	55	6	63
7	62	7	60	7	58
8	62	8	55	8	63
9	59	9	54	9	67
10	59	10	62	10	59
11	58	11	59	11	63
12	57	12	59	12	64
13	56	13	63	13	61
14	56	14	54	14	70
15	56	15	62	15	62
16	55	16	63	16	62
17	55	17	54	17	71
18	55	18	58	18	67
19	54	19	58	19	68
20	54	20	61	20	65

ตาราง 17 (ต่อ)

ความรู้ความจำ		การนำไปใช้		การคิดค้นต่อไป	
คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X
21	53	21	59	21	68
22	52	22	57	22	71
23	52	23	61	23	67
24	52	24	63	24	65
25	50	25	69	25	61
26	50	26	68	26	62
27	50	27	59	27	71
28	50	28	66	28	64
29	47	29	64	29	69
30	46	30	60	30	74

$$\bar{X} = 56.23$$

$$S.D. = 5.72$$

$$\bar{X} = 59.23$$

$$S.D. = 5.01$$

$$\bar{X} = 64.53$$

$$S.D. = 4.68$$

ตาราง 18 คะแนนแนวการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้
และด้านคิดค้นต่อไป ของกลุ่มควบคุม

ความรู้ความจำ		การนำไปใช้		การคิดค้นต่อไป	
คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X
1	70	1	54	1	56
2	69	2	50	2	61
3	68	3	50	3	62
4	68	4	54	4	58
5	67	5	63	5	50
6	67	6	51	6	62
7	67	7	51	7	62
8	67	8	53	8	60
9	67	9	56	9	57
10	66	10	60	10	54
11	66	11	56	11	58
12	66	12	53	12	61
13	64	13	57	13	59
14	64	14	51	14	65
15	64	15	60	15	56
16	64	16	55	16	61
17	63	17	55	17	62
18	63	18	59	18	58
19	63	19	61	19	56
20	62	20	57	20	61

ตาราง 13 (ต่อ)

ความรู้ความจำ		การนำไปใช้		การคิดค้นต่อไป	
คนที่	X	คนที่	X	คนที่	X
21	62	21	55	21	63
22	60	22	54	22	66
23	59	23	55	23	66
24	59	24	57	24	64
25	58	25	58	25	64
26	57	26	54	26	69
27	56	27	50	27	74
28	51	28	74	28	55
29	51	29	50	29	79
30	49	30	73	30	58

$$\bar{X} = 62.57$$

$$S.D. = 5.50$$

$$\bar{X} = 56.20$$

$$S.D. = 5.84$$

$$\bar{X} = 61.23$$

$$S.D. = 5.82$$

ภาาณวท ช

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 1 (คาบ 1 - 2)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิต ทั้งในการอุปโภคและบริโภค
2. น้ำเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของร่างกายและช่วยในกระบวนการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย
3. ร่างกายได้รับน้ำจากการดื่มและจากอาหารที่รับประทานซึ่งอาหารแต่ละชนิดจะมีปริมาณน้ำต่างกัน
4. แหล่งน้ำธรรมชาติประกอบด้วยน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน
5. น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำที่พบมากที่สุด เช่น ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ หนอง บึง
6. น้ำใต้ดินเป็นน้ำที่อยู่ใต้ผิวดิน แยกเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาล
7. น้ำในดินเป็นน้ำที่ซึมอยู่ในดิน ซึ่งอยู่เหนือชั้นหิน
8. ระดับน้ำในดินเป็นระดับน้ำทอนบนสุดของน้ำในดิน ซึ่งแต่ละแห่งจะอยู่ลึกจากผิวดินไม่เท่ากันและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิประเทศบริเวณนั้น
9. น้ำบาดาลเป็นน้ำที่ขังอยู่ในช่องว่างในชั้นหิน ซึ่งอยู่ลึกลงไปจากน้ำในดิน
10. ระดับน้ำบาดาลเป็นระดับน้ำทอนบนสุดของน้ำบาดาล ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาลหรือตามปริมาณการเก็บหรือการสูญเสียน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายถึงความสำคัญของน้ำต่อการดำรงชีวิตในคนต่าง ๆ ได้
2. อธิบายเกี่ยวกับการสูญเสียของร่างกาย ตลอดจนการรับน้ำชดเชยเข้าไปได้

3. แปลความหมายข้อมูลจากตารางเกี่ยวกับปริมาณน้ำในอาหารและนำข้อมูลนั้นมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ ได้
4. ยกตัวอย่างและอธิบายถึงความสำคัญของแหล่งน้ำจืดที่สำคัญได้
5. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ น้ำจืด น้ำเค็ม น้ำใต้ดิน น้ำในดิน ระดับน้ำในดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาล
6. อธิบายการเกิดน้ำใต้ดินและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
1. <u>ความสำคัญของน้ำจืด</u> 1.1 ครูให้นักเรียนดูรูปภาพแสดงการใช้น้ำเพื่อการบริโภคและอุปโภคภายในแต่ละวันเพื่อพาไปสู่การอภิปรายว่าในชีวิตประจำวันนั้นเราต้องเกี่ยวข้องกับและจำเป็นจะต้องใช้น้ำอย่างไรบ้าง จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความจำเป็นในการใช้ภายในร่างกายแล้วให้นักเรียนช่วยกันหาเพิ่มเติมว่าน้ำมีความสำคัญต่อชีวิตอย่างไรบ้าง 1.2 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการสูญเสียน้ำในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการไต่รับน้ำเพิ่มเข้าสู่ร่างกายจากนั้นให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากตาราง 2.1 ปริมาณน้ำในอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม	1. <u>ความสำคัญของน้ำจืด</u> 1.1 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความสำคัญในการใช้น้ำในชีวิตประจำวันในชั้นต่าง ๆ รวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกาย 1.2 ครูอภิปรายเกี่ยวกับการที่ร่างกายสูญเสียน้ำและการไต่รับน้ำเพิ่มในรูปแบบต่าง ๆ ให้ความรู้ตามข้อมูลจากตาราง 2.1 ปริมาณน้ำในอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
แล้วให้นักเรียนอภิปรายสรุปเกี่ยวกับปริมาณน้ำในอาหาร และกลั่นเลือกชนิดของอาหารหากต้องการปริมาณน้ำที่มากเพียงพอ รวมทั้งการให้นักเรียนช่วยกันนำเสนอข้อมูลดังกล่าวเพื่อให้สามารถอ่านง่ายและเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว	แล้วสรุปเกี่ยวกับการเลือกชนิดของอาหารหากต้องการให้ได้น้ำในปริมาณที่มากรวมทั้งการรวมอภิปรายการนำเสนอข้อมูลดังกล่าวในรูปแบบใหม่เพื่อให้อ่านง่ายและเข้าใจข้อมูลได้รวดเร็ว
2. <u>แหล่งน้ำ</u> ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับแหล่งน้ำในธรรมชาติ โดยให้นักเรียนอภิปรายอย่างกว้างขวางจนนักเรียนสามารถสรุปด้วยตนเองในเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง	2. <u>แหล่งน้ำ</u> ครูอภิปรายให้ความรู้เกี่ยวกับแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งประกอบคือน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินพร้อมยกตัวอย่างประกอบให้เห็นชัดเจน
<u>การทดลองที่ 1 น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร</u> <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนดังนี้ ภายหลังจากที่ฝนได้ตกลงมาอย่างหนักในช่วงหัวค่ำสมชายก็พบว่าบริเวณหลังบ้านซึ่งเป็นสวนก็เจิ่งนองไปทั่วแล้ว แต่ครั้นเมื่อถึงรุ่งเช้าเขาก็พบว่าน้ำที่ท่วมอยู่เมื่อคืนได้หายไป หิ้งไม้ที่รองรอยของความเปียกชื้นของพื้นดิน ขณะเดียวกันสิ่งหนึ่งที่เขาสังเกตเห็นซึ่งแตกต่างไปจากเมื่อวานก็คือที่บ่อน้ำซึ่งอยู่ติดออกไปไกล ๆ นั้นจะมี	<u>การทดลองที่ 1 น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร</u> <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนดังนี้ ภายหลังจากที่ฝนได้ตกลงมาอย่างหนักในช่วงหัวค่ำสมชายก็พบว่าบริเวณหลังบ้านซึ่งเป็นสวนก็เจิ่งนองไปทั่วแล้ว แต่ครั้นเมื่อถึงรุ่งเช้าเขาก็พบว่าน้ำที่ท่วมอยู่เมื่อคืนได้หายไป หิ้งไม้ที่รองรอยของความเปียกชื้นของพื้นดิน ขณะเดียวกันสิ่งหนึ่งที่เขาสังเกตเห็น ซึ่งแตกต่างไปจากเมื่อวานก็คือที่บ่อน้ำซึ่งอยู่ติดออกไปไกล ๆ นั้นจะมี

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
ระดับน้ำสูงเพิ่มขึ้นจากเดิม ทั้ง ๆ ที่บริเวณโดยรอบบ่อดังกล่าวก็ไม่มีพืชน้ำจากที่อื่นจะไหลลงในบ่อได้เลย เพราะได้มีการลาคิเมกและกอนกรีตให้สูงจากระดับพื้นผิวของดินอยู่แล้ว <u>ขั้นระบุปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับสมชาย ซึ่งเขาสงสัยว่าพืชน้ำในบ่อสูงเพิ่มขึ้นจากเดิมได้อย่างไร <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานที่ลบล้างข้อสันนิษฐานแล้ว ช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้น	ระดับน้ำสูงขึ้นจากเดิม ทั้ง ๆ ที่บริเวณโดยรอบบ่อดังกล่าวก็ไม่มีพืชน้ำจากที่อื่นจะไหลลงในบ่อได้เลย เพราะได้มีการลาคิเมกและกอนกรีตให้สูงจากระดับพื้นผิวของดินอยู่แล้ว <u>ขั้นระบุปัญหา</u> ครูอภิปรายเพื่อระบุปัญหาว่าสมชายสงสัยว่าพืชน้ำในบ่อที่สูงเพิ่มขึ้นจากเดิมอาจเนื่องมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วซึมลงไปอยู่ระหว่างชั้นของดิน <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูอภิปรายตั้งสมมติฐานว่า "ถ้าพืชน้ำในระหว่างชั้นของดินมาก น้ำใหม่จะสูงเพิ่มขึ้นจากเดิมมากด้วย" จากนั้นครูอภิปรายขั้นตอนในการทดลอง <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดให้และบันทึกผลการทดลอง

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ชั้นเรียนขอสรุป</u> นักเรียนอภิปรายกันเองในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลองของนักเรียน <u>ชั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนลงบนกระดานคำแล้วอภิปรายสรุปร่วมกัน	<u>ชั้นเรียนขอสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง <u>ชั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนลงบนกระดานคำแล้วอภิปรายสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
3. แหล่งความรู้อื่น ๆ เช่น หนังสือ การศึกษานอกสถานที่ ฯลฯ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามคำถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. จากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. จากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 2 (คาบ 3 - 4)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. บ่อน้ำในดิน เป็นบ่อที่ขุดลงไปบริเวณแหล่งน้ำในดิน
2. บ่อน้ำบาดาล เป็นบ่อที่ขุดลงไปบริเวณแหล่งน้ำบาดาล
3. การขุดน้ำบาดาลมาใช้มาก ๆ จะมีผลต่อการทรุดตัวของแผ่นดิน
4. บ่อน้ำและอ่างเก็บน้ำเป็นแหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อจุดประสงค์ต่าง ๆ
5. การสร้างเขื่อนอาจเกิดผลกระทบต่องานหลายอย่าง จึงควรพิจารณาให้รอบคอบก่อนตัดสินใจ
6. การหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของน้ำในสถานะต่าง ๆ กัน จากพื้นดินพื้นน้ำเข้าสู่บรรยากาศ แล้วกลัฏพื้นดินและพื้นน้ำอีก เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ
7. ความร้อน ลม พายุ และสัตว์เป็นตัวอย่างที่สำคัญที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนและเปลี่ยนแปลง
8. ป่าไม้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการหมุนเวียนของน้ำและมีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบท เรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความแตกต่างระหว่างบ่อน้ำในดินและบ่อน้ำบาดาลได้
2. อธิบายถึงผลกระทบของการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก ๆ ได้
3. บอกประโยชน์และผลกระทบของการสร้างเขื่อนได้
4. อธิบายความหมายของคำว่าวัฏจักรของน้ำได้
5. อธิบายการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนที่และหมุนเวียนของน้ำโดยตัวอย่างต่าง ๆ ได้
6. อธิบายความสำคัญของป่าไม้ที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำได้
7. ตระหนักถึงคุณค่าของป่าไม้ในฐานะช่วยเก็บรักษาน้ำในธรรมชาติได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
1. <u>แหล่งน้ำ</u> 1.1 ครูอภิปรายเกี่ยวกับแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยให้มีการอภิปรายอย่างกว้างขวาง จนนักเรียนสามารถสรุปด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง 1.2 ครูให้นักเรียนศึกษารูป 2.7 ซึ่งแสดงบริเวณต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานครที่มีการทศักของแผ่นดินเพื่อเข้าไปสู่การอภิปรายถึงผลกระทบของการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการทศักของแผ่นดินอันเนื่องมาจากรถบรรทุกขนาดใหญ่แล่นผ่านบ่อย ๆ 2. <u>วัฏจักรของน้ำ</u> ให้นักเรียนศึกษารูป 2.9 วัฏจักรของน้ำ จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหมุนเวียนของน้ำ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของน้ำ ความสำคัญและอิทธิพลของป่าไม้ต่อการหมุนเวียนของน้ำ	1. <u>แหล่งน้ำ</u> 1.1 ครูอภิปรายให้ความรู้เกี่ยวกับแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นซึ่งประกอบควย บ่อน้ำและอ่างเก็บน้ำพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบให้เห็นให้ชัดเจน 1.2 ครูอภิปรายให้ความรู้เกี่ยวกับการทศักของแผ่นดินอันเนื่องมาจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมากและการที่มีรถบรรทุกขนาดใหญ่แล่นผ่านบ่อย ๆ 2. <u>วัฏจักรของน้ำ</u> ครูอภิปรายให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของวัฏจักรของน้ำ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของน้ำ ความสำคัญและอิทธิพลของป่าไม้ต่อการหมุนเวียนของน้ำ

สื่อการสอน

รูปภาพสื่อแสดงแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นและการแสดงถึงวัฏจักรของน้ำ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามไปชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. การตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 3 (คาบที่ 5 - 6)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. น้ำมีสมบัติในการรักษาระดับ มีรูปร่างเหมือนภาชนะที่บรรจุและจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเสมอ
2. จุดหลอมเหลวในช่วงที่น้ำกำลังเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซเรียกว่า จุดเดือด
3. ปรากฏการณ์ที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเป็นของเหลวเรียกว่า การควบแน่นของน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายสมบัติบางประการของน้ำได้
2. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของจุดหลอมเหลวในขณะน้ำกำลังเดือดได้
3. หาจุดเดือดของน้ำได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวกับเวลาที่เปลี่ยนไปเมื่อน้ำได้รับความร้อนและแปลความหมายจากกราฟได้

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>สมบัติทางประการของน้ำ</u> ให้นักเรียนศึกษารูป 2.10 สมบัติทางประการของน้ำแล้วอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสมบัติดังกล่าวตลอดไปถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำได้รับความร้อน เพื่อนำไปสู่การทดลองที่ 2 <u>การทดลองที่ 2 จุดเดือดของน้ำ</u> <u>ขั้นตอนการณ</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนดังนี้ สมพงษ์ได้ทดลองวัดอุณหภูมิของน้ำที่กำลังต้มอยู่ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้สูงสุด 100 องศาเซลเซียส ภายหลังจากที่เวลาผ่านไปประมาณหนึ่ง พบว่า อุณหภูมิที่วัดเท่ากับ 96 องศาเซลเซียส อีก 2 นาทีต่อมาเขาได้วัดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง พบว่า อุณหภูมิที่วัดเท่ากับ 100 องศาเซลเซียสพอดี พร้อมกันนี้มีการเดือดของน้ำเกิดขึ้น โดยที่อุณหภูมิยังคงมีค่าเท่าเดิม แม้ว่าเวลาจะผ่านไปแล้วก็ตาม ดังนั้นเขาจึงได้ลองเปลี่ยนเทอร์โมมิเตอร์อันใหม่ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้มากกว่า	<u>สมบัติทางประการของน้ำ</u> ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติทางประการของน้ำ เช่น การรักษาระดับ มีรูปร่างเหมือนภาชนะที่บรรจุ และไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำตลอดไปถึงการเปลี่ยนแปลงเมื่อน้ำได้รับความร้อนเพื่อนำไปสู่การทดลองที่ 2 <u>การทดลองที่ 2 จุดเดือดของน้ำ</u> <u>ขั้นตอนการณ</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนดังนี้ สมพงษ์ได้ทดลองวัดอุณหภูมิของน้ำที่กำลังต้มอยู่ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้สูงสุด 100 องศาเซลเซียส ภายหลังจากที่เวลาผ่านไปประมาณหนึ่ง พบว่า อุณหภูมิที่วัดเท่ากับ 96 องศาเซลเซียส อีก 2 นาทีต่อมาเขาได้วัดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่งพบว่า อุณหภูมิที่วัดเท่ากับ 100 องศาเซลเซียสพอดี พร้อมกับมีการเดือดของน้ำเกิดขึ้น โดยที่อุณหภูมิยังมีค่าเท่าเดิม แม้ว่าเวลาจะผ่านไปแล้วก็ตาม ดังนั้นเขาจึงได้ลองเปลี่ยนเทอร์โมมิเตอร์อันใหม่ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้มากกว่า 100 องศาเซลเซียส

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
100 องค์ศาเซลเซียส วัคซีนภูมิชนะน้ำเคือก อีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง <u>ขั้นระบุปัญหา</u> นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ กำหนดให้ <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายในกลุ่มแล้วตั้งสมมติฐาน และกำหนดขั้นตอนการทดลองควบคุมตนเอง <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผล การทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้นใน แต่ละกลุ่ม <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายในกลุ่มแล้วสรุปผล การทดลองในสมุดบันทึกผลการทดลองของ นักเรียน	วัคซีนภูมิชนะน้ำเคือกอีกครั้งเพื่อตรวจสอบ ความถูกต้อง <u>ขั้นระบุปัญหา</u> ครูอธิบายระบุปัญหาว่า "ชนะน้ำเคือก ภูมิจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร" <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูอธิบายและตั้งสมมติฐานให้นักเรียน ดังนี้ "ชนะน้ำเคือกจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง ภูมิ" จากนั้นภูมิจึงมีค่าคงที่ จากนั้นครูอธิบายขั้นตอนและวิธีการทดลอง <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตาม ขั้นตอนและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่กำหนดให้ <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อ สรุปผลการทดลอง

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ชั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่าในการหาจุดเดือดของน้ำนั้นเมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้นและจะสังเกตเห็นได้ว่ามีไอน้ำเกิดขึ้นด้วยและเมื่อให้ความร้อนต่อไปจนอุณหภูมิเพิ่มถึงจุดหนึ่งน้ำก็จะเดือดและอุณหภูมิจะคงที่ เรียกอุณหภูมิขณะนั้นว่า จุดเดือดของน้ำ จากนั้นอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติมว่าไอน้ำที่เกิดขึ้นนั้นเมื่อกระทบกับความเย็นจะรวมตัวกันแล้วกลายเป็นหยดน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เรียกว่า การควบแน่นของน้ำ	<u>ชั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่าในการหาจุดเดือดของน้ำนั้นเมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้นและจะสังเกตเห็นได้ว่า มีไอน้ำเกิดขึ้นด้วยและเมื่อให้ความร้อนต่อไปจนอุณหภูมิเพิ่มถึงจุดหนึ่งน้ำก็จะเดือดและอุณหภูมิจะคงที่ เรียกอุณหภูมิขณะนั้นว่า จุดเดือดของน้ำ จากนั้นอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติมว่าไอน้ำที่เกิดขึ้นนั้นกระทบกับความเย็นจะรวมตัวกันแล้วกลายเป็นหยดน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เรียกว่า การควบแน่นของน้ำ

ข้อการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามไถ่ซ้ำเรี่ย
2. สังเกตจากการรวมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำไหลวน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 4 (คาบ 7 - 8)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. อุณหภูมิคงที่ในช่วงที่น้ำแข็งกำลังเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่า จุดหลอมเหลว
2. อุณหภูมิคงที่ในช่วงที่น้ำกำลังเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง เรียกว่า จุดเยือกแข็ง ซึ่งเป็นอุณหภูมิเกี่ยวกับจุดหลอมเหลว
3. น้ำเมื่อกลายเป็นน้ำแข็งจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวได้
2. หาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งได้
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำแข็งได้รับ

ความร้อนและแปลความหมายจากกราฟได้

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 3</u> จุดหลอมเหลวของน้ำ <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ วัลลภได้นำน้ำแข็งจำนวนหนึ่งมาใส่ไว้ใน กระทิกน้ำแข็งที่เพิ่งซื้อใหม่เพื่อต้องการ หลอบการเก็บรักษาน้ำแข็ง พบว่า หลังจากนั้น ไม่นานน้ำแข็งจะค่อย ๆ หลอมเหลวกลายเป็น น้ำ ซึ่งเมื่อน้ำเหอโรมิเตอร์มาวัดก็พบว่า อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 0 องศาเซลเซียสภายหลังจาก จากนั้นอีกระยะหนึ่งน้ำแข็งก็ยังหลอมเหลวจน มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ แต่อุณหภูมิที่วัดได้ก็ยังคง เท่ากับ 0 องศาเซลเซียสอยู่ จนกระทั่งในที่สุด น้ำแข็งก็ได้หลอมเหลวกลายเป็นน้ำจนหมด อย่างไรก็ตามในช่วงดังกล่าวเขาไม่ได้ทำการ วัดอุณหภูมิเพียงแต่ลองกะประมาณจากการสัมผัส ด้วยมือเปล่า ๆ เท่านั้น <u>ขั้นระบุปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้	<u>การทดลองที่ 3</u> จุดหลอมเหลวของน้ำ <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ วัลลภได้นำน้ำแข็งจำนวนหนึ่งมาใส่ไว้ใน กระทิกน้ำแข็งที่เพิ่งซื้อใหม่เพื่อต้องการทดสอบ การเก็บรักษาน้ำแข็ง พบว่า หลังจากนั้นไม่นาน น้ำแข็งจะค่อย ๆ หลอมเหลวกลายเป็นน้ำซึ่ง เมื่อน้ำเหอโรมิเตอร์มาวัดก็พบว่า อุณหภูมิ มีค่าเท่ากับ 0 องศาเซลเซียส ภายหลังจากนั้น อีกระยะหนึ่งน้ำแข็งก็ยังหลอมเหลวจนมีขนาดเล็กลง เรื่อย ๆ แต่อุณหภูมิที่วัดได้ก็ยังคงเท่ากับ 0 องศา เซลเซียสอยู่ จนกระทั่งในที่สุดน้ำแข็งก็ได้หลอมเหลว กลายเป็นน้ำจนหมด อย่างไรก็ตามในช่วงดังกล่าว เขาไม่ได้ทำการวัดอุณหภูมิแต่ลองกะประมาณจาก การสัมผัสด้วยมือเปล่า ๆ เท่านั้น <u>ขั้นระบุปัญหา</u> ครูอภิปรายระบุปัญหาว่า "ขณะที่น้ำแข็ง หลอมเหลวอุณหภูมิจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร"

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาแล้วออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้น <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายกันเองในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลองของนักเรียน <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่าในช่วงที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวอุณหภูมิในช่วงนี้จะมีค่าคงที่ คือ เท่ากับ 0 องศาเซลเซียส เรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง จากนั้นอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับจุดเยือกแข็งของน้ำซึ่งจะมีอุณหภูมิเท่ากับจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง	<u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูอภิปรายและตั้งสมมติฐานให้นักเรียนว่า "ขณะที่น้ำแข็งหลอมเหลวจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ" ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีค่าคงที่ จากนั้นครูอธิบายขั้นตอนและวิธีการทดลอง <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่กำหนดให้ <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่าในช่วงที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวอุณหภูมิในช่วงนี้จะมีค่าคงที่ คือ เท่ากับ 0 องศาเซลเซียส เรียกอุณหภูมิว่า จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง จากนั้นอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับจุดเยือกแข็งของน้ำซึ่งจะมีอุณหภูมิเท่ากับจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง

สื่อการสอน

1. วิสัตุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วิสัตุอุปกรณ์ในการทดลองที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 5 (คาบ 9 - 10)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. น้ำที่มองเห็นว่าใสนั้น ไม่ใช่สะอาดเสมอไป อาจมีสารบางชนิดเจือปนอยู่ ทั้งนี้เพราะน้ำสามารถละลายสารต่าง ๆ ได้
2. การต้มให้แห้ง เป็นวิธีการอย่างหนึ่งในการทดสอบสิ่งเจือปนที่เป็นของแข็งในน้ำ
3. น้ำที่ท่าฟองกับสบู่ได้ เรียกว่า น้ำอสน ส่วนน้ำที่ท่าฟองกับสบู่ได้น้อย เรียกว่า น้ำกระด้าง
4. น้ำกระด้าง เป็นน้ำที่มีแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกนีเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกนีเซียมคลอไรด์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
1. ทดสอบสิ่งเจือปนที่เป็นของแข็งในน้ำได้
 2. ทดสอบน้ำกระด้างอย่างง่ายได้
 3. อธิบายเปรียบเทียบน้ำอ่อนและน้ำกระด้างได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 4</u> มีอะไรอยู่ในหยดน้ำ <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ หลังจากที่वासนาได้นำน้ำใส่กะทะตั้งไฟ เพื่อเตรียมสำหรับทำอาหารก็ได้ออกจากครัวเพื่อ ไปจัดเตรียมสิ่งของที่จำเป็นอย่างอื่นอีก ครั้น กลับมาอีกครั้งก็พบว่า น้ำที่อยู่ในกะทะแห้งหาย ไปหมดแล้ว คงเหลือแต่เพียงคราบสีขาว ๆ ที่คอบอยู่บนกะทะ หึ่งที่กอนหนาน้ำที่นำมาใช้ก็ยังไม่ มองเห็นใสเป็นปกติเหมือนน้ำทั่ว ๆ ไป <u>ขั้นระบุปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานที่ สอดคล้องกับปัญหาแล้วช่วยกันออกแบบการ ทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	<u>การทดลองที่ 4</u> มีอะไรอยู่ในหยดน้ำ <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ หลังจากที่वासนาได้นำน้ำใส่กะทะตั้งไฟ เพื่อเตรียมสำหรับทำอาหารก็ได้ออกจากครัวเพื่อ ไปจัดเตรียมสิ่งของที่จำเป็นอย่างอื่นอีก ครั้นกลับ มาอีกครั้งก็พบว่า น้ำที่อยู่ในกะทะแห้งหาย ไปหมดแล้ว คงเหลือแต่เพียงคราบสีขาว ๆ ที่คอบอยู่บน กะทะหึ่งที่กอนหนาน้ำที่นำมาใช้ก็ยังไม่มองเห็น ใสเป็นปกติเหมือนน้ำทั่ว ๆ ไป <u>ขั้นระบุปัญหา</u> ครูอภิปรายระบุปัญหาว่า "คราบสีขาว เกิดได้อย่างไร" <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูอภิปรายและตั้งสมมติฐานให้นักเรียนว่า "คราบสีขาวที่เกิดขึ้นเกิดเนื่องมาจากมีสารบางชนิด ละลายเจือปนอยู่ในน้ำ" จึงต้มเมื่อน้ำไปเผาไฟ ให้แห้งแล้วจะมองเห็นสิ่งเจือปนนั้นเกิดขึ้น

การจักกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแผนที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้น

ขั้นลงข้อสรุป

นักเรียนอภิปรายกันเองในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลองของนักเรียน

ขั้นอภิปรายสรุป

ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่า น้ำที่เรามองเห็นว่าใสนั้นอาจมีการเจือปนของสารบางชนิดเนื่องจากเราสามารถละลายสารต่าง ๆ ได้ ดังนั้นเมื่อนำมาเผาไฟให้แห้งจะมองเห็นสิ่งเจือปนนั้นแยกออกมาซึ่งวิธีดังกล่าวถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งในการแยกสารที่เป็นของแข็งและสามารถละลายน้ำได้

จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการแยกสารเจือปนบางชนิดที่สามารถระเหยได้ง่ายออกจากกัน

การจักกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดให้และบันทึกผลการทดลอง

ขั้นลงข้อสรุป

ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายสรุป

ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองนักเรียนเพื่อสรุปว่าน้ำที่เรามองเห็นว่าใสนั้นอาจมีการเจือปนของสารบางชนิดเนื่องจากน้ำสามารถละลายสารต่าง ๆ ได้ ดังนั้นเมื่อนำมาเผาไฟให้แห้งจะมองเห็นสิ่งเจือปนนั้นออกมา ซึ่งวิธีดังกล่าวถือเป็นวิธีการหนึ่งในการแยกสารที่เป็นของแข็งและสามารถละลายน้ำได้

จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการแยกสารเจือปนบางชนิดที่สามารถระเหยได้ง่ายออกจากกัน

สื่อการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 5</u> น้ำอสน - น้ำกระด้าง <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ ที่บริเวณหลังบ้านของวิไลมักจะมีการนำ ขยะมาทิ้งเสมอ ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ก็เป็นสารเคมี 2 ชนิด คือ แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียม ซัลเฟตทั้งนี้โดยไม่มีการจัดทิ้งแต่อย่างใด เมื่อนานวันเข้าปริมาณของสารดังกล่าวก็เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ถัดจากบริเวณหลังบ้านไม่ไกลนักมี สระน้ำสาธารณะซึ่งวิไลและเพื่อนบ้านได้อาศัยน้ำ ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการซักล้าง ซึ่งในระยะ หลัง ๆ เธอได้สังเกตเห็นว่า น้ำที่นำมาใช้นั้น ไม่ค่อยทำฟองกับสบู่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองสบู่ เมื่อต้องซักผ้า เริ่มแรกเธอได้เปลี่ยนสบู่ยี่ห้อ ต่าง ๆ ใจ แต่สภาพเดิมก็ยังคงเกิดขึ้นอยู่จึงทำให้ เธอแน่ใจว่าต้องเป็นผลเนื่องมาจากน้ำอย่าง แน่สน ซึ่งเกี่ยวกับเรื่องนี้วิไลเคยได้ยินเพื่อน บ้านเล่าให้ฟังว่าน้ำที่บ้านเขาก็ไม่ค่อยทำฟองกับ สบู่ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจัดเป็นสมบัติของน้ำกระด้าง ทั้ง ๆ ที่ก่อนหน้านี้ที่เธอใช้ก็ยังคงเป็นน้ำอสน เพราะทำฟองกับสบู่ง่าย	<u>การทดลองที่ 5</u> น้ำอสน - น้ำกระด้าง <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ ที่บริเวณหลังบ้านของวิไลมักจะมีการนำ ขยะมาทิ้งเสมอ ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ก็เป็นสารเคมี 2 ชนิด คือ แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียม ซัลเฟตทั้งนี้โดยไม่มีการจัดทิ้งแต่อย่างใด เมื่อ นานวันเข้าปริมาณของสารดังกล่าวก็เพิ่มมากขึ้น เรื่อย ๆ ถัดจากบริเวณหลังบ้านไม่ไกลนักมีสระน้ำ สาธารณะซึ่งวิไลและเพื่อนบ้านได้อาศัยน้ำ ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการซักล้าง ซึ่งระยะหลัง ๆ เธอได้สังเกตเห็นว่า น้ำที่นำมาใช้นั้นไม่ค่อยทำฟอง กับสบู่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองสบู่เมื่อต้องซักผ้า เริ่มแรกเธอได้เปลี่ยนสบู่ยี่ห้อต่าง ๆ ใจ แต่ สภาพเดิมก็ยังคงเกิดขึ้นอยู่จึงทำให้แน่ใจว่า ต้องเป็นผลเนื่องมาจากน้ำอย่างแน่นอน ซึ่งเกี่ยวกับ เรื่องนี้วิไลเคยได้ยินเพื่อนบ้านเล่าให้ฟังว่าน้ำ ที่บ้านเขาก็ไม่ค่อยทำฟองกับสบู่ ซึ่งลักษณะดังกล่าว จัดเป็นสมบัติของน้ำกระด้าง ทั้ง ๆ ที่ก่อนหน้านี้ นั้นน้ำที่เธอใช้ก็ยังคงเป็นน้ำอสนเพราะทำฟองกับสบู่ ง่าย

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

ขั้นระบุปัญหา

นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับวิถีซึ่งเขอสงสัยเกี่ยวกับการเกิดน้ำกระด้าง

ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา

นักเรียนอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาแล้วช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้น

ขั้นลงข้อสรุป

นักเรียนอภิปรายกันเองในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลองของนักเรียน

ขั้นอภิปรายสรุป

ครูอภิปรายสรุปจากการผลการทดลองร่วมกับนักเรียนจากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสารบางชนิดที่ทำให้น้ำกระด้าง

การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

ขั้นระบุปัญหา

ครูอภิปรายระบุปัญหา "วิถีสงสัยว่าน้ำน้ำกระด้างเกิดขึ้นได้อย่างไร"

ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา

ครูอภิปรายและตั้งสมมติฐานให้นักเรียนว่า "น้ำกระด้างเกิดจากการเจือปนของสารเคมีคือ แคลเซียมคลอไรด์และแมกนีเซียมซัลเฟต" ดังนั้นเมื่อนำน้ำจากแหล่งซึ่งมีการเจือปนของสารดังกล่าวมาใช้จึงทำให้สิ้นเปลืองสุขุ

ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดให้และบันทึกผลการทดลอง

ขั้นลงข้อสรุป

ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง

ขั้นอภิปรายสรุป

ครูนำอภิปรายสรุปจากการทดลองร่วมกับนักเรียน จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสารบางชนิดที่ทำให้น้ำกระด้าง

สื่อการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. จากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. จากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 6 (คาบ 11 - 12)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. น้ำกระต้างมี 2 ชนิด น้ำกระต้างชั่วคราวซึ่งเป็นน้ำที่มีแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ กับน้ำกระต้างถาวรซึ่งเป็นน้ำที่มีแคลเซียมคลอไรด์ละลายอยู่
2. น้ำกระต้างชั่วคราวแก้ไข้ได้โดยการต้มและเติมโซเดียมคาร์บอเนต ส่วนน้ำกระต้างถาวรแก้ไข้ได้โดยเติมโซเดียมคาร์บอเนตเท่านั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. แยกน้ำกระต้างชั่วคราวและน้ำกระต้างถาวรได้
2. นำความรู้เกี่ยวกับน้ำอณและน้ำกระต้างไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 6</u> น้ำกระต้างแกไข้อย่างไร <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ สมชายไ้คนำนํ้ากระต้างจาก 2 แหล่ง ซึ่งมีการเจือปนของแคลเซียมคลอไรด์และ แคลเซียมไฮดรอกไซด์เจือปนกันตามลำดับ มาทดลองเติมโซดาซักผ้าและลองต้มดู เขา สังเกตพบว่า เมื่อเติมโซดาซักผ้ากับต้มจะให้ ผลต่างกัน กล่าวคือ หลังจากเติมโซดาซักผ้าแล้ว นํ้าสามารถทำฟองกับสบู่ได้ง่ายขึ้น แต่ถ้านํ้ามา ต้มแล้วบางครั้งก็ทำฟองกับสบู่ได้ง่ายแถมบางครั้ง ก็ยังทำฟองกับสบู่ได้ยากอยู่ <u>ขั้นระบุปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาที่ สอดคล้องกับสถานการณ์ <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานที่ สอดคล้องกับปัญหาและช่วยกันออกแบบการ ทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน	<u>การทดลองที่ 6</u> น้ำกระต้างแกไข้อย่างไร <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ สมชายไ้คนำนํ้ากระต้างจาก 2 แหล่ง ซึ่งมีการเจือปนของแคลเซียมคลอไรด์และแคลเซียม ไฮดรอกไซด์เจือปนกันตามลำดับมาทดลองเติม โซดาซักผ้าและลองต้มดู เขาสังเกตพบว่า เมื่อ เติมโซดาซักผ้ากับต้มจะให้ผลที่ต่างกัน กล่าวคือ หลังจากเติมโซดาซักผ้าแล้วนํ้าสามารถทำฟองกับ สบู่ได้ง่ายขึ้น แต่ถ้านํ้ามาต้มแล้วบางครั้งก็ฟอง กับสบู่ได้ง่าย แหมบางครั้งก็ยังทำฟองกับสบู่ได้ ยากอยู่ <u>ขั้นระบุปัญหา</u> ครูอภิปรายระบุปัญหาว่า "จะแก้ความ กระต้างของนํ้าได้อย่างไร" <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูนำอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานว่า "นํ้ากระต้างชั่วคราวแก้ด้วยการต้มและเติม โซดาซักผ้าได้ส่วนนํ้ากระต้างถาวรจะแก้ ด้วยการต้มไม่ได้"

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแผนที่นักเรียนคิดขึ้น <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายกันเองในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลองของนักเรียน <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> นำผลการทดลองของนักเรียนมาอภิปรายสรุปร่วมกันเกี่ยวกับการแก้โจทย์และประเภท	<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดให้และบันทึกผลการทดลอง <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> นำผลการทดลองของนักเรียนมาอภิปรายสรุปร่วมกันเกี่ยวกับการแก้โจทย์และประเภท

สื่อการสอน

- วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามให้นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
- วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมทำอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 7 (คาบที่ 13 - 14)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. การตกตะกอนเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยแยกสารบางชนิดจากน้ำ น้ำที่ได้จากการตกตะกอนนำไปใช้ในการทำความสะอาดได้ แต่ยังไม่ดื่มไม่ได้
2. การกรองเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยแยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำหรือของเหลวโดยอาศัยหลักการที่สารซึ่งมีขนาดโมเลกุลกว่าวัสดุที่ใช้กรองจะไม่สามารถผ่านวัสดุกรองไปได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายหลักการของการตกตะกอนได้
2. ทำให้น้ำให้ใสโดยวิธีหลักของการตกตะกอนได้
3. อธิบายหลัก ของการกรองได้
4. แยกสารเจือปนที่เป็นอนุภาคเล็ก ๆ ออกจากน้ำหรือของเหลวได้โดยใช้หลักการกรอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 2</u> การทำในตกตะกอน <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ เนื่องจากบ้านสุนัขดำตั้งอยู่ริมคลอง ดังนั้นน้ำซึ่งเข้ามาเพื่อใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ภายใน บ้านจึงปนเปื้อนน้ำโคลนซึ่งค่อนข้างจะขุ่นและมองดูไม่ น่าใช้โดยที่ก่อนจะนำน้ำมาใช้นั้นเธอจะกักเก็บน้ำ ค้างกลาวไว้ในถังกักเก็บน้ำ แล้วรอเวลาให้สิ่ง เจือปนในน้ำตกตะกอนเองซึ่งจะใช้เวลานาน หลายวัน จนกระทั่งเมื่อมีการเติมสารส้มลงในถัง จึงพบว่าน้ำบริเวณปากถังน้ำจะค่อนข้างใสกว่า ถังถึงซึ่งมีลักษณะคล้ายกับฝุ่นผงที่เจือปนในน้ำ หึ่งที่ก่อนหน้านี้ไม่เคยปรากฏเช่นนี้มาก่อน <u>ขั้นระบุปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาที่สอดคล้อง กับสถานการณ์	<u>การทดลองที่ 7</u> การทำในตกตะกอน <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ เนื่องจากบ้านสุนัขดำตั้งอยู่ริมคลอง ดังนั้น น้ำซึ่งเข้ามาเพื่อใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ภายในบ้าน จึงเป็นน้ำโคลนซึ่งค่อนข้างจะขุ่นและมองดูไม่น่าใช้ โดยที่ก่อนจะนำน้ำมาใช้นั้นเธอจะกักเก็บน้ำค้างกลาว ไว้ในถังกักเก็บน้ำ แล้วรอเวลาให้สิ่งเจือปนในน้ำ ตกตะกอนเองซึ่งจะใช้เวลานานหลายวัน จนกระทั่ง เมื่อมีการเติมสารส้มลงในถังจึงพบว่าน้ำบริเวณ ปากถังน้ำจะค่อนข้างใสกว่าถังถึงซึ่งมีลักษณะคล้าย กับฝุ่นผงที่เจือปนในน้ำทั้งที่ก่อนหน้านี้ไม่เคยปรากฏ เช่นนี้มาก่อน <u>ขั้นระบุปัญหา</u> ครูอภิปรายระบุปัญหาให้นักเรียนว่า "สารส้มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำโคลน อย่างไร"

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาแล้วช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้น <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายกันเองภายในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลองของนักเรียน <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายสรุปจากผลการทดลองของนักเรียนพร้อมทั้งให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสียของการทำให้ตกตะกอนในแง่ของการนำไปใช้ประโยชน์	<u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูนำอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานว่า "สารสมทำให้น้ำคลองตกตะกอนเร็วขึ้น" <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดให้และบันทึกผลการทดลอง <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายสรุปจากผลการทดลองของนักเรียนพร้อมทั้งให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสียของการทำให้ตกตะกอนในแง่ของการนำไปใช้ประโยชน์

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับ
กลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรม
แบบกำหนดแนวทาง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. จากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. จากการทำแบบฝึกหัด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 8</u> การกรองทำได้อย่างไร <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ เมื่อดูรูปสาจะพบว่าการแยกสารที่ไม่ละลายน้ำโดยนำมากรองสารผสมเพื่อตกตะกอนจะช่วยให้ น้ำบางส่วนใสขึ้น แต่สิ่งตกค้างก็ยังไม่สามารถทำให้ตะกอนที่ตกสะสมบริเวณก้นภาชนะบรรจุน้ำหมดไปได้ ดังนั้น จึงได้นำมาทดสอบโดยเทน้ำผ่านสิ่งที่กั้นขวางบางอย่าง ซึ่งพบว่าสามารถแยกตะกอนออกจากน้ำได้ <u>ขั้นระบุปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาแล้วช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น	<u>การทดลองที่ 8</u> การกรองทำได้อย่างไร <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ เมื่อดูรูปสาจะพบว่าการแยกสารที่ไม่ละลายน้ำโดยนำมากรองสารผสมเพื่อตกตะกอนจะช่วยให้ น้ำบางส่วนใสขึ้น แต่สิ่งตกค้างก็ยังไม่สามารถทำให้ตะกอนที่ตกสะสมบริเวณก้นภาชนะบรรจุน้ำหมดไปได้ ดังนั้นจึงได้นำมาทดสอบโดยเทน้ำผ่านสิ่งที่กั้นขวางบางอย่างซึ่งพบว่า สามารถแยกตะกอนออกจากน้ำได้ <u>ขั้นระบุปัญหา</u> ครูอภิปรายระบุปัญหาให้นักเรียนว่า "สิ่งกั้นขวางที่มีลักษณะเช่นไรสามารถแยกตะกอนให้ออกจากน้ำได้" <u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานว่า "สิ่งกั้นขวางที่มีขนาดเล็กกว่าตะกอนสามารถแยกตะกอนและน้ำออกจากกันได้" ดังนั้นเมื่อเทน้ำผ่านสิ่งที่กั้นขวางน้ำจะ

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดค้น <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายกันเองในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลองของนักเรียน <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายสรุปผลการทดลองของนักเรียนจากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการกรองในแง่ของข้อดีข้อเสียเมื่อนำไปใช้	ไหลผ่านสิ่งกีดขวางลงไปได้ ส่วนตะกอนนั้นจะถูกกั้นไม่ให้เข้าไปปะปนกับน้ำ <u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดให้และบันทึกผลการทดลอง <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายสรุปผลการทดลองของนักเรียนจากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการกรองในแง่ของข้อดีข้อเสียเมื่อนำไปใช้

สื่อการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนคาบที่ 8 (คาบ 15 - 16)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

การกรองน้ำโดยเครื่องกรองเป็นวิธีที่ใช้แยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำ โดยอาศัยหลักการที่สารซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ารูวัสดุที่ใช้กรองจะไม่สามารถผ่านวัสดุกรองไปได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบหนแล้วนักเรียนควจะสามารถ ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำที่เหมาะสมเพื่อใช้งานต่อไปได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 9</u> มาทำเครื่องกรองน้ำกันเถอะ <u>ขั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ เนื่องจากมีความจำเป็นต้องการใช้น้ำจำนวนมากที่รัศมีจึงนำน้ำจากสระหลังบ้านซึ่งค่อนข้างจะตื้นและมีเศษใบไม้ กิ่งไม้แห้ง	<u>การทดลองที่ 9</u> มาทำเครื่องกรองน้ำกันเถอะ <u>ขั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ เนื่องจากมีความจำเป็นต้องการใช้น้ำจำนวนมากที่รัศมีจึงนำน้ำจากสระหลังบ้านซึ่งค่อนข้างจะตื้นและมีเศษใบไม้ กิ่งไม้แห้งอยู่มาก

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

ปนอยู่มาก ดังนั้นก่อนที่จะใช้น้ำจึงต้องขจัดสิ่ง
 ค้างกลาวให้ลดน้อยลงโดยเก็บและแยกออกทำให้
 เสียเวลาไปมากในแต่ละครั้ง ซึ่งเขาเองก็รู้สึก
 เบื่อหน่ายที่ต้องมาคอยเก็บและแยกสิ่งปะปน
 ค้างกลาว จึงได้คิดหาวิธีแยกโดยใช้เครื่องกรองน้ำ
 ซึ่งในเรื่องนี้เขาได้แนวคิดจากการสังเกตขยะ
 ที่เปลี่ยนน้ำในอ่างเลี้ยงปลาที่มีการจัดเรียง
 หวาย กรวด และหินเป็นชั้น ๆ ตามลำดับ
 ว่าเมื่อปล่อยน้ำออกมาทางรูที่อยู่บริเวณก้นอ่าง
 เลี้ยงปลานั้น จะเห็นน้ำมีลักษณะใสขึ้นกว่าเดิม
 มาก

ขั้นระบุปัญหา

นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาที่
 สอดคล้องกับสถานการณ์

ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา

นักเรียนอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐาน
 ที่สอดคล้องกับปัญหา แล้วช่วยกันออกแบบการ
 การทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น

การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

ดังนั้นก่อนที่จะใช้น้ำจึงต้องขจัดสิ่งค้ำกลาว
 ให้ลดน้อยลงโดยเก็บและแยกออกทำให้เสียเวลา
 ไปมากในแต่ละครั้ง ซึ่งเขาเองก็รู้สึก
 เบื่อหน่ายที่ต้องมาคอยเก็บและแยกสิ่งปะปน
 ค้างกลาว จึงได้คิดหาวิธีแยกโดยใช้เครื่องกรอง
 น้ำซึ่งในเรื่องนี้เขาได้แนวคิดจากการสังเกตขยะ
 ที่เปลี่ยนน้ำในอ่างเลี้ยงปลาที่มีการจัดเรียง
 หวาย กรวด และหินเป็นชั้น ๆ ตามลำดับว่าเมื่อ
 ปล่อยน้ำออกมาทางรูที่อยู่บริเวณก้นอ่างเลี้ยงปลา
 นั้น จะเห็นน้ำมีลักษณะใสขึ้นกว่าเดิมมาก

ขั้นระบุปัญหา

ครูอภิปรายระบุปัญหาให้นักเรียนว่า
 "จะมีวิธีการจัดเรียงทราย กรวด และหิน
 ในเครื่องกรองน้ำเพื่อกรองน้ำให้ใสขึ้นได้อย่างไร"

ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา

ครูอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานว่า
 "การจัดเรียงทราย กรวดและหินในเครื่อง
 กรองน้ำให้ควรจัดเรียงให้วัสดุกรองละเอียดอยู่
 ข้างบนและวัสดุกรองหยาบอยู่ข้างล่าง" จะช่วย
 ทำให้สะดวกทั้งการใช้และการบำรุงรักษา

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้น <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายกันเองในกลุ่มและสรุปผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลองของตนเอง <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายสรุปจากผลการทดลองของนักเรียนจากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องกรองน้ำในบुकปัจจุบันซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองน้ำค่อนข้างสูง	<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและวิธีการที่ครูกำหนดให้และบันทึกผลการทดลอง <u>ขั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง <u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายสรุปจากผลการทดลองของนักเรียนจากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องกรองน้ำในบुकปัจจุบันซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองน้ำค่อนข้างสูง

สื่อการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 9 (คาบที่ 17 - 18)

ความกิจกรรมย่อย/หลักการ

1. การกลั่น หมายถึง กระบวนการต้มของเหลวให้กลายเป็นไอและความแน่นเป็นของเหลวซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้น้ำในบริสุทธิ์
2. การกลั่นเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้แยกสารเจือปนที่เป็นของเหลวออกจากน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายหลักการกลั่นได้
2. นำความรู้เกี่ยวกับการกลั่นไปใช้กลั่นของเหลวได้

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 10</u> กลั่นแล้วได้อะไร <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ ในการสำรวจทะเลครั้งหนึ่งซึ่งกินเวลา 15 วัน ปรากฏว่าน้ำจืดที่นำมาดื่มเรือเกิดหมกลงก่อนเวลาที่กำหนด หัวหน้าคณะสำรวจจึงสั่งให้นักนำทะเลขึ้นมาต้มให้เดือด	<u>การทดลองที่ 10</u> กลั่นแล้วได้อะไร <u>ชั้นสถานการณ์</u> ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้ ในการสำรวจทะเลครั้งหนึ่งซึ่งกินเวลา 15 วัน ปรากฏว่าน้ำจืดที่นำมาดื่มเรือเกิดหมกลงก่อนเวลาที่กำหนด หัวหน้าคณะสำรวจจึงสั่งให้นักนำทะเลขึ้นมาต้มให้เดือดกลายเป็นไอ แล้วทำให้

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

กลายเป็นไอ แล้วทำให้ไอดังกล่าวกลายเป็น
น้ำ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้นี้จะนำมาใช้ทุก ๆ
ครั้ง เมื่อเกิดการขาดแคลนน้ำดื่มกระหนัสนั้น
ในขณะที่ต้องอยู่กลางทะเล

ขั้นระบุปัญหา

นักเรียนอภิปรายและระบุปัญหาที่
สอดคล้องกับสถานการณ์

ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา

นักเรียนอภิปรายในกลุ่มแล้วตั้งสมมติฐาน
และกำหนดขั้นตอนการทดลองตามอุปกรณ์ที่
ครูกำหนดให้

ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผล
การทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้นใน
แต่ละกลุ่ม

การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

ไอดังกล่าวกลายมาเป็นน้ำ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้นี้
จะนำมาใช้ทุก ๆ ครั้ง เมื่อเกิดการขาด
แคลนน้ำดื่มกระหนัสนั้น ในขณะที่ต้องอยู่กลาง
ทะเล

ขั้นระบุปัญหา

ครูอภิปรายเพื่อระบุปัญหาให้นักเรียนว่า
"น้ำทะเลที่ได้อาจจากการต้มให้เดือดกลายเป็นไอ
และทำให้ไอดังกล่าวกลายมาเป็นน้ำ จะมีสมบัติ
อย่างไร"

ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา

ครูนำอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานว่า
"น้ำทะเลที่ได้อาจจากการต้มให้เดือดกลายเป็นไอ
แล้วทำให้ไอดังกล่าวกลายมาเป็นน้ำ จะไม่มีรส
ไม่มีกลิ่นและใสสะอาด"

ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอน
และวิธีการที่ครูกำหนดให้และบันทึกผลการทดลอง

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ชั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายในกลุ่มแล้วสรุปผล การทดลองในสมุดบันทึกผลการทดลองของ นักเรียน <u>ชั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของ นักเรียนเพื่อสรุปว่าการนำน้ำทะเลมาต้มให้เดือด กลายเป็นไอและทำให้อไอกลายมาเป็นน้ำนั้นคือ หลักการของการกลั่นโดยที่น้ำซึ่งได้จากการกลั่น จะเป็นน้ำสะอาด บริสุทธิ์เพราะจะไม่มีรส ไม่มีกลิ่นของน้ำเค็มหลงเหลืออยู่ จากนั้นให้ ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำน้ำกลั่นไปใช้ ในชีวิตประจำวัน และผลเสียของการดื่มน้ำกลั่น ติดต่อกันเป็นประจำทุกวัน	<u>ชั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้ เพื่อสรุปผลการทดลอง <u>ชั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของ นักเรียนเพื่อสรุปว่าการนำน้ำทะเลมาต้มให้เดือด กลายเป็นไอและทำให้อไอกลายมาเป็นน้ำนั้นคือ หลักการของการกลั่นโดยที่น้ำซึ่งได้จากการกลั่น จะเป็นน้ำสะอาด บริสุทธิ์เพราะจะไม่มีรส ไม่มีกลิ่นของน้ำเค็มหลงเหลืออยู่ จากนั้นให้ความรู้ เพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำน้ำกลั่นไปใช้ในชีวิต ประจำวัน และผลเสียของการดื่มน้ำกลั่นติดต่อ กันเป็นประจำทุกวัน

สื่อการสอน

วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามคำถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 10 (คาบ 19 - 20)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. การทำน้ำประปาเป็นการทำน้ำให้สะอาด ซึ่งมีกระบวนการหลายขั้นตอนต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงควรใช้อย่างประหยัด
2. น้ำดื่มที่สะอาดและปลอดภัยที่สุดคือน้ำที่ผ่านการต้มจนเดือด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายกระบวนการทำน้ำประปาได้
2. ตระหนักในคุณค่าของน้ำประปาและรู้จักใช้น้ำประปาอย่างประหยัด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทําน้ำประปา</u> 1. ครูนำอภิปรายถึงความจำเป็นของการที่ต้องมีการทําน้ำประปา จากนั้นให้นักเรียนศึกษารูป 2.20 ซึ่งแสดงกระบวนการทําน้ำประปาเพื่อนำไปสู่การอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการทําน้ำประปาโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายกันอย่างกว้างขวางจนนักเรียนสามารถสรุปด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง 2. ครูอภิปรายเกี่ยวกับการทําน้ำประปาจากน้ำบาดาลเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ถึงความแตกต่างระหว่างการทําน้ำประปาทั้งการกับการทําน้ำประปาโดยทั่วไป จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในหัวข้อเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำประปา การประหยัคและความรับผิดชอบร่วมกันเพื่ออนุรักษ์น้ำไว้ให้นาน ๆ ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้เกิดความสำนึกในสิ่งดังกล่าว และช่วยกันเสนอแนะแนวทางการปฏิบัติตนในการใช้น้ำประปาอย่างถูกต้อง	<u>การทําน้ำประปา</u> 1. ครูอภิปรายให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทําน้ำประปาซึ่งเริ่มจากโรงสูบน้ำดิบส่งน้ำไปยังตักตะกอน ซึ่งจะมีการเติมปูนขาวเพื่อลดความเป็นกรดด่างของน้ำ และเติมสารส้มเพื่อช่วยให้น้ำตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้น ก่อนจะถูกส่งไปยังถังกรองซึ่งประกอบไปด้วยถ่านหินแอนทราไซต์และทราย จากนั้นจึงจะนำมาเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค แล้วจึงส่งไปยังเก็บน้ำไว้เพื่อเตรียมส่งผ่านอุโมงค์ส่งน้ำไปยังโรงสูบน้ำซึ่งพร้อมที่จะส่งน้ำออกบริการประชาชนต่อไป 2. ครูอภิปรายให้ความรู้เกี่ยวกับการทําน้ำประปาจากน้ำบาดาล พร้อมทั้งชี้ให้เห็นความแตกต่างกับการทําน้ำประปาโดยทั่วไปซึ่งแม้ว่าจะมีบางขั้นตอนที่ต่างกัน แต่โดยสรุปแล้วการจะได้เป็นน้ำประปาที่เมาใจต้องลงทุนสูง ฉะนั้นในการใช้ทุกครั้งจะต้องถึงคุณภาพของน้ำ รู้จักประหยัค รวมทั้งมีความรับผิดชอบร่วมกันเพื่อจะได้ไม่ต้องสูญเสียเงินไปโดยเปล่าประโยชน์ จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการปฏิบัติตนในการใช้น้ำประปา เพื่อก่อให้เกิดความประหยัด

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
3. ให้นักเรียนศึกษาตาราง 2.2 ซึ่งได้เปรียบเทียบมาตรฐานน้ำดื่มของการประปา นครหลวงกับการอนามัยโลกและคุณภาพของน้ำประปา เพื่อนำไปสู่การอภิปรายเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำประปาที่จะนำมาใช้ดื่ม จากนั้นนำอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับน้ำดื่มชนิดต่าง ๆ ที่วางจำหน่ายในปัจจุบัน ตลอดจนเครื่องดื่มเกลือแร่หรือเครื่องดื่มบำรุงกำลัง เพื่อให้เห็นข้อดี ข้อเสียเมื่อนำมาใช้	3. ครูอภิปรายให้ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานน้ำดื่มที่มีการเปรียบเทียบระหว่างองค์การอนามัยโลกกับการประปา นครหลวงและคุณภาพของน้ำประปาเพื่อสรุปถึงคุณภาพของน้ำที่จะใช้ดื่ม จากนั้นนำอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับน้ำดื่มชนิดต่าง ๆ ที่วางจำหน่ายในปัจจุบัน ตลอดจนเครื่องดื่ม ซึ่งเป็นที่รู้จักในรูปของเครื่องดื่มเกลือแร่ หรือเครื่องดื่มบำรุงกำลัง เพื่อให้เห็นข้อดี ข้อเสียเมื่อนำมาใช้

สื่อการสอน

1. รูปภาพ แผนภาพโปรงใสที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำน้ำประปา
2. หนังสือ เอกสารอ่านประกอบเกี่ยวกับเครื่องดื่มบำรุงกำลัง และเครื่องดื่มเกลือแร่

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. การทบทวนแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 11 (คาบ - 21 - 22)

ความลึกความยอด/หลักการ

1. น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่เหมาะแก่การเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและการอุปโภคบริโภค
2. สารละลายผงซักฟอกมีสารฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบ สารนี้ช่วยในการเติบโตของพืช
3. ถ้าพืชน้ำเพิ่มปริมาณมากทำให้แสงสว่างส่องผ่านลงไปใต้น้ำไม่ได้ มีผลต่อสิ่งมีชีวิตใต้น้ำ
4. สิ่งต่าง ๆ ที่ทิ้งลงในน้ำมีทั้งที่เป็นพิษและเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว มีผลต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในน้ำ
5. การปล่อยน้ำทิ้งที่มีอุณหภูมิสูงลงสู่แม่น้ำลำคลอง ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า น้ำเสียได้
2. สรุปเกี่ยวกับผลของความเข้มข้น ของสารละลายผงซักฟอกที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำได้
3. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันมีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนได้
4. อธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตจากการปล่อยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงลงสู่แม่น้ำลำคลองได้
5. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันมีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากการอุตสาหกรรมได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
1. <u>น้ำเสีย</u> ครูให้นักเรียนดูภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำที่มีการทิ้งสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำแล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงผลที่เกิดขึ้น เพื่อสรุปเกี่ยวกับความหมายของน้ำเสีย จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายของน้ำเสียทางวิชาการ 2. <u>การเกิดน้ำเสียที่มีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน</u> ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ จากบ้านเรือนที่ทิ้งลงในแหล่งน้ำ แล้วอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันเนื่องมาจากสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน จากนั้นครูให้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนซึ่งทิ้งลงในแหล่งน้ำในรูปของน้ำจากการทำความสะอาด ชะล้างสิ่งสกปรกต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นพวกผงซักฟอกเพื่อนำไปสู่การทดลองที่ 11	1. <u>น้ำเสีย</u> ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของน้ำเสีย สาเหตุของการเกิดน้ำเสียซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการทิ้งสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน สิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรมและสิ่งปฏิกูลจากการเกษตรกรรมลงสู่แหล่งน้ำ 2. <u>การเกิดน้ำเสียที่มีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน</u> ครูให้ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ จากบ้านเรือนที่ถูกนำมาทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารละลายของผงซักฟอกเพื่อนำไปสู่การทดลอง 11

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>การทดลองที่ 11</u> การเจริญเติบโตของแทน <u>ชั้นสถานการณ</u> ครูกำหนดสถานการณให้นักเรียน ดังนี้ จากการสังเกตคลองแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ใน ย่านชุมชนหนาแน่นมีทพว่ามีแทนและผักตบชวา ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากก่อให้เกิดปัญหาคือคนที่ อาศัยอยู่บริเวณนั้น แรกภายหลังจากมีมาตรการห้าม การนำน้ำจากการทำความสะอาด ชะล้างสิ่งสกปรก ต่าง ๆ ซึ่งเป็นพวกผงซักฟอกทิ้งลงในลำคลอง แล้วพบว่าในระยะเวลาต่อมาจำนวนของแทนและ ผักตบชวาจะไม่เพิ่มเหมือนดังที่เคยปรากฏอย่าง ไรก็ตามที่คลองอีกแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ถัดออกไปมีผู้คน อยู่อย่างหนาแน่นและมีการปล่อยน้ำทิ้งจากการ ชำระล้างสิ่งสกปรกส่งแหล่งน้ำแต่คลองดังกล่าวนี้ ก็ไม่มี การเพิ่มของแทนและผักตบชวามากเหมือน คลองแห่งแรก <u>ขั้นระบุปัญหา</u> นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาจากสถานการณ ที่กำหนดให้	<u>การทดลองที่ 11</u> การเจริญเติบโตของแทน <u>ชั้นสถานการณ</u> ครูกำหนดสถานการณให้นักเรียน ดังนี้ จากการสังเกตคลองแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ใน ย่านชุมชนหนาแน่นมีทพว่ามีแทนและผักตบชวา ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากก่อให้เกิดปัญหาคือคนที่ อาศัยอยู่บริเวณนั้น แรกภายหลังจากมีมาตรการห้าม การนำน้ำจากการทำความสะอาด ชะล้างสิ่งสกปรก ต่าง ๆ ซึ่งเป็นพวกผงซักฟอกทิ้งลงในลำคลอง แล้วพบว่าในระยะเวลาต่อมาจำนวนของแทน และผักตบชวาจะไม่เพิ่มเหมือนดังที่เคยปรากฏ อย่างไรก็ตามที่คลองอีกแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ถัดออกไป มีผู้คนอยู่อย่างหนาแน่นและมีการปล่อยน้ำทิ้งจาก การชำระล้างสิ่งสกปรกส่งแหล่งน้ำแต่คลอง ดังกล่าวนี้ก็ไม่มี การเพิ่มของแทนและผักตบชวามาก เหมือนคลองแห่งแรก <u>ขั้นระบุปัญหา</u> ครูอภิปรายระบุปัญหาว่า "การเจริญ เติบโตที่แตกต่างกันของแทนและผักตบชวาในคลอง ทั้งสองเกิดขึ้นจากอะไร"

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายในกลุ่มแล้วตั้งสมมติฐานและกำหนดขั้นตอนการทดลองเอง	<u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูอภิปรายและตั้งสมมติฐานให้นักเรียน ดังนี้ "การเจริญเติบโตที่แตกต่างกันของแทนและผักกาดขาวในคลองทั้งสองเกิดจากปริมาณหรือความเข้มข้นที่ต่างกันของสารละลายผงซักฟอกที่ตกลงในแหล่งน้ำ" ดังนั้นแม้ว่าคลองทั้งสองจะมีน้ำที่ซึ่งมีส่วนของสารละลายผงซักฟอกแต่จำนวนแทนและผักกาดขาวจะต่างกัน จากนั้นครูอธิบายขั้นตอนและวิธีการทดลอง
<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้นในแต่ละกลุ่ม	<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่กำหนดให้
<u>ขั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในสัปดาห์ที่ผลการทดลองของนักเรียน	<u>ขั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง
<u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่า สารละลายผงซักฟอกจะมีสารพวกฟอสเฟตซึ่งช่วยในการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นถ้าในแหล่งใดที่มีสารดังกล่าวอยู่ในปริมาณ	<u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่า สารละลายผงซักฟอกจะมีสารพวกฟอสเฟตซึ่งช่วยในการเจริญเติบโตของพืช

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
พอเหมาะแล้วจะทำให้พื้นที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้น เจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ผลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวน อย่างรวดเร็วของพืชน้ำ 3. <u>การเกิดน้ำเสียที่มีสาเหตุมาจาก</u> <u>สิ่งปฏิกูลจากการอุตสาหกรรม</u> ครูให้นักเรียนรวมกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับ สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ จากการอุตสาหกรรมที่ปล่อยลง สู่แหล่งน้ำ เพื่อสรุปเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสีย อันเนื่องมาจากสิ่งปฏิกูลจากการอุตสาหกรรม รวมทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสัตว์และสิ่ง แวดล้อม จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ผลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการรั่วไหลของน้ำมัน ลงสู่แหล่งน้ำ เพื่อนำเข้าสู่การทดลองที่ 12	ดังนั้นถ้าในแหล่งน้ำใดที่มีสารดังกล่าวอยู่ใน ปริมาณที่พอเหมาะแล้วจะทำให้พื้นที่อยู่ใน แหล่งน้ำนั้นเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ผลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวน อย่างรวดเร็วของพืชน้ำ 3. <u>การเกิดน้ำเสียที่มีสาเหตุมาจากสิ่ง</u> <u>ปฏิกูลจากการอุตสาหกรรม</u> ครูให้ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของน้ำ ทิ้งจากการอุตสาหกรรมที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะทำให้ในน้ำมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น เกิดภาวะน้ำเป็นพิษ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชน้ำ สัตว์น้ำและมนุษย์ จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ผลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการรั่วไหลของน้ำมัน ลงสู่แหล่งน้ำ เพื่อนำเข้าสู่การทดลองที่ 12

สื่อการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามให้นักเรียนเสนอมา และครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับ
กลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

2. วัตถุประสงค์ในการทดลองตามที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
3. รูปภาพ สไลด์แสดงลักษณะของแหล่งน้ำที่เกิดจากการปล่อยน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 12 (คาบ 23 - 24)

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. น้ำมันที่คลุมผิวน้ำซึ่งส่วนใหญ่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมและเรือทำให้กำบังออกซิเจนในอากาศไม่สามารถละลายน้ำได้ มีผลให้สิ่งมีชีวิตในน้ำตาย
2. การใช้สารเคมี เช่น ปุ๋ย สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากเกินไปทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและทำให้หน้าเสีย
3. การป้องกันและแก้ปัญหาหน้าเสียเป็นหน้าที่ของทุกฝ่าย ดังนั้นประชาชนทุกคนต้องสำนึกในหน้าที่ที่จะช่วยกันพัฒนาและอนุรักษ์แหล่งน้ำให้มีสภาพที่อยู่เสมอ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมจากการที่น้ำมันคลุมผิวน้ำเป็นเวลานานได้
2. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันมีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากการเกษตรได้
3. บอกวิธีป้องกันน้ำเสียได้
4. ช่วยดูแลรักษาแหล่งน้ำในชุมชนให้มีสภาพที่อยู่เสมอได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

การทดลองที่ 12 น้ำมันหล่อลื่นมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำได้อย่างไร

ขั้นตอนการปฏิบัติ

ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้
เจ้าของชุมชนมรดกแห่งหนึ่งได้สังเกตพบว่าปลา ซึ่งเขาเลี้ยงไว้ในสระคานหลังชุมชนมรดกนั้นวันจะมีจำนวนลดลงเรื่อย ๆ ทั้งที่เขาเองก็ดูแลเอาใจใส่อย่างเต็มที่นอกจากนั้นพืชน้ำซึ่งเคยเจริญเติบโตได้ดีก็มักต้องเปลี่ยนแปลงไป โดยจะค่อย ๆ ชักเหลือและตายไปในที่สุด ในระยะแรกเขาเข้าใจว่าคงเป็นเพราะมีสารพิษหรือเกิดโรคระบาด แต่จากการตรวจสอบก็ไม่พบว่าเป็นเช่นนั้น เพียงแต่พบว่าบริเวณน้ำจะมีลักษณะเป็นคล้ายฝ้าแผ่กระจายไปทั่ว ๆ บริเวณสระ ซึ่งภายหลังที่มีการขจัดออกจนหมดแล้วก็ไม่พบว่าเกิดเหตุการณ์เช่นเดียวกันที่เคยปรากฏแต่แรกอีกเลย

ขั้นระบุปัญหา

นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

การทดลองที่ 12 น้ำมันหล่อลื่นมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำอย่างไร

ขั้นตอนการปฏิบัติ

ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ดังนี้
เจ้าของชุมชนมรดกแห่งหนึ่งได้สังเกตพบว่าปลา ซึ่งเขาเลี้ยงไว้ในสระคานหลังชุมชนมรดกนั้นวันจะมีจำนวนลดลงเรื่อย ๆ ทั้งที่เขาเองก็ดูแลเอาใจใส่อย่างเต็มที่นอกจากนั้นพืชน้ำซึ่งเคยเจริญเติบโตได้ดีก็มักต้องเปลี่ยนแปลงไป โดยจะค่อย ๆ ชักเหลือและตายไปในที่สุดในระยะแรกเขาเข้าใจว่าคงเป็นเพราะมีสารพิษหรือเกิดโรคระบาด แต่จากการตรวจสอบก็ไม่พบว่าเป็นเช่นนั้น เพียงแต่พบว่าบริเวณน้ำจะมีลักษณะเป็นคล้ายฝ้าแผ่กระจายไปทั่ว ๆ บริเวณสระ ซึ่งภายหลังที่มีการขจัดออกจนหมดแล้วก็ไม่พบว่าเกิดเหตุการณ์เช่นเดียวกันที่เคยปรากฏมาแต่แรกอีกเลย

ขั้นระบุปัญหา

ครูอภิปรายระบุปัญหาว่า "พืชน้ำและสัตว์น้ำลดจำนวนลงได้อย่างไร"

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง	การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง
<u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> นักเรียนอภิปรายในกลุ่มแล้วตั้งสมมติฐาน และกำหนดขั้นตอนการทดลองเอง	<u>ขั้นกำหนดแนวทางของการแก้ปัญหา</u> ครูอภิปรายและตั้งสมมติฐานให้นักเรียนดังนี้ "พืชน้ำและสัตว์น้ำลดจำนวนลงเนื่องจากมีน้ำมันแฉะกระจายและปกคลุมบริเวณผิวหน้าของน้ำ" ซึ่งจะมีผลให้สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นขาดการออกซิเจนและตายในที่สุด
<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้นในแต่ละกลุ่ม	<u>ขั้นรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</u> ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนและบันทึกผลการทดลองตามแบบที่กำหนดให้
<u>ขั้นลงข้อสรุป</u> นักเรียนอภิปรายในกลุ่มแล้วสรุปผลการทดลองในสมมติเกี่ยวกับการทดลองของนักเรียน	<u>ขั้นลงข้อสรุป</u> ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้เพื่อสรุปผลการทดลอง
<u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่าน้ำมันที่คลุมผิวหน้าน้ำจะกั้นไม่ให้ก๊าซออกซิเจนในอากาศลงสู่พื้นน้ำ จึงเกิดภาวะการขาดก๊าซออกซิเจน ในที่สุดสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นก็ตาย	<u>ขั้นอภิปรายสรุป</u> ครูนำอภิปรายจากผลการทดลองของนักเรียนเพื่อสรุปว่าน้ำมันที่คลุมผิวหน้าน้ำจะกั้นไม่ให้ก๊าซออกซิเจนในอากาศลงสู่พื้นน้ำ จึงเกิดภาวะการขาดก๊าซออกซิเจน ในที่สุดสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นก็ตาย

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการที่น้ำนํ้ามันปนเปื้อนบริเวณผิวน้ำในแง่ต่าง ๆ

การเกิดน้ำเสียที่มีสาเหตุมาจากสิ่ง

ปฏิจุลจากการเกษตรกรรม

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งปฏิจุลต่าง ๆ จากการเกษตรกรรมที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำเพื่อสรุปเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันเนื่องมาจากสิ่งปฏิจุลจากการเกษตรกรรม รวมทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

การป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสีย

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยให้มีการอภิปรายกันอย่างกว้างขวาง พร้อมทั้งหาวิธีการดำเนินการป้องกันมิให้เกิดปัญหาดังกล่าวและสามารถเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขกรณีที่เกิดปัญหาได้อย่างเหมาะสม

การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

จากนั้นให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการที่น้ำนํ้ามันปนเปื้อนบริเวณผิวน้ำในแง่ต่าง ๆ

การเกิดน้ำเสียที่มีสาเหตุมาจากสิ่ง

ปฏิจุลจากการเกษตรกรรม

ครูให้ความรู้เกี่ยวกับผลของการให้สารเคมีในการเกษตรกรรมและสิ่งปฏิจุลทางการเกษตรกรรมที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษต่อสุขภาพและชีวิตมนุษย์ ตลอดจนสิ่งแวดลอม

การป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสีย

ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันดูแลรักษาแหล่งน้ำให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนเสนอแนะวิธีการแก้ไขกรณีที่เกิดปัญหาน้ำเสียขึ้น

สื่อการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามที่นักเรียนเสนอมาและครูพิจารณาว่าเหมาะสมสำหรับกลุ่ม
ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองที่ระบุไว้ในหนังสือแบบเรียนสำหรับกลุ่มที่จัดกิจกรรมแบบกำหนด
แนวทาง
3. รูปภาพแสดงผลกระทบต่องานมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปกคลุมของน้ำมัน
บริเวณอ่าว
4. รูปภาพแสดงภาวะที่ก่อให้เกิดน้ำเสียจากสิ่งปฏิกูลทางการเกษตรกรรม

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและถามในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตขณะทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้
4. ดูจากการเขียนรายงานผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง
5. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

ภาคผนวก ก

- แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดแนวทางการคิดทบทวนปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
จากกลุ่มรางวัล เสริมประสบการณ์ชีวิต

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง คำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย X ในช่อง ก ข ค ง หรือ จ ลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนต้องการ เปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับตัว เลือก เดิมก่อน แล้วจึงไปทำเครื่องหมาย X ใหม่ ลงในช่อง ตัว เลือก ที่ต้องการ
4. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 60 ข้อ ให้เวลา 1 ชั่วโมง
5. ห้ามขีดเขียน เครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. เมื่อเสร็จ เรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการ ควบคุมการสอบ

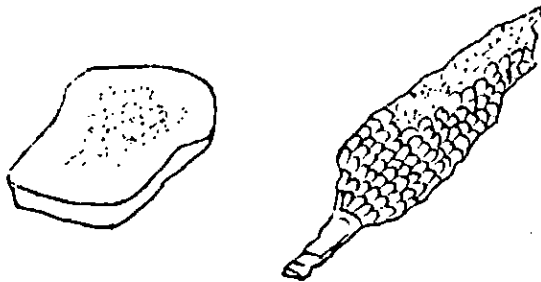
1. อวัยวะในช่องใดที่แลพบออกถึงความรู้สึกและอารมณ์ของคนได้
 - ก. ตา
 - ข. หู
 - ค. จมูก
 - ง. ปาก
 - จ. ผิวหนัง
2. อาหารจะถูกย่อยให้เล็กลง เป็นครั้งแรกโดยการหลั่งของอวัยวะใด
 - ก. ตับ
 - ข. ตอมน้ำลาย
 - ค. หลอดอาหาร
 - ง. กระเพาะอาหาร
 - จ. ลำไส้เล็ก
3. นักเรียนจะมีวิธีปฏิบัติเช่นไร เพื่อเป็นการป้องกันและบำรุงรักษาอวัยวะให้อยู่เสมอ
 - ก. กินยาบำรุง เป็นประจำ
 - ข. หลีกเลี่ยงการใช้แรงมาก ๆ
 - ค. พักผ่อนมาก ๆ
 - ง. ตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละครั้ง
 - จ. บริโภคอาหารให้ครบทุกหมู่
4. ข้อใดคืออาหารประเภท "เกลือแร่และวิตามิน"
 - ก. เนื้อและมัน
 - ข. ปลาและกุ้ง
 - ค. ผักสดและผลไม้
 - ง. ถั่วและมะพร้าว
 - จ. นมและน้ำตาล

5. เด็กมักเรียน : โปรตีน
 ผู้ใจแรงงาน : _____
 ก. ไนโตรเจน
 ข. วิตามิน
 ค. แคลเซียม
 ง. คาร์โบไฮเดรต
 จ. เครื่องดื่มบำรุงกำลัง
6. นักเรียนจะเลือกรับประทานอาหารพวกใดจึงจะได้สารอาหารครบถ้วน
 ก. ขนมปัง กาแฟ
 ข. เนื้อย่าง น้ำตก
 ค. กว๊اب เต็มรส รากหนา
 ง. ข้าวเหนียวส้มตำ
 จ. อาหารสำเร็จรูปที่มีสารยับยั้ง
7. "ทุโภชนาการ" คืออาหารตามข้อใด
 ก. อาหารที่กินเข้าไปแล้วเป็นพิษ
 ข. การกินอาหารที่ไม่มีคุณค่า
 ค. อาหารที่มีเชื้อโรคปนอยู่
 ง. การกินอาหารมากเกินไป
 จ. การกินอาหารที่ไม่ถูกสุขลักษณะทำให้ร่างกายขาดสารอาหาร
8. เชื้อราขยายพันธุ์โดยวิธีใด
 ก. แบ่งตัว
 ข. สร้างสปอร์
 ค. แลวมเกล็ด
 ง. แยกหน่อ
 จ. ขยายตัว

9. นำกุหลาบสีแสดมาผสมกับกุหลาบสีขาว ได้กุหลาบสีแสดทั้งหมดในลูกรุ่นที่ 1 แสดงให้เห็นถึงอะไร
- สีขาว เป็นลักษณะเด่น
 - สีแสด เป็นลักษณะด้อย
 - สีแสด เป็นลักษณะเด่น
 - ได้กุหลาบพันธุ์สีแสด
 - สีขาวจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ ในลูกรุ่นต่อไป
10. จากข้อ 9 เมื่อนำกุหลาบรุ่นที่ 1 ผสมกันเองอีกครั้ง ลูกหลานจะมีลักษณะอย่างไร
- ได้กุหลาบสีแสดทั้งหมด
 - ได้กุหลาบสีขาวทั้งหมด
 - ได้กุหลาบสีแสด : สีขาว เป็น 1 : 3
 - ได้กุหลาบสีแสด : สีขาว เป็น 1 : 1
 - ได้กุหลาบสีแสด : สีขาว เป็น 3 : 1
11. "การคึกคัก" ไนลตรงกับข้อใด
- มะม่วงกลายพันธุ์
 - ฝรั่งที่ปลูกใหม่จะไม่มีรากแก้ว
 - ชมพูจะไต่เลื้อยเร็วกว่าปรกติ
 - กุหลาบทนเคียวจะมีดอกกุหลาบสี
 - มะขามที่ปลูกใหม่จะมีลำต้นแข็งแรงทนความแห้งแล้ง
12. การค้นฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของ เริ่มที่เรื่องใดก่อน
- การดูแลรักษาสัตว์
 - ศึกษาธรรมชาติสัตว์
 - คัดเลือกพันธุ์สัตว์
 - หาตลาดรับซื้อ
 - หาวิธีป้องกันโรคระบาด

13. ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของฟาร์มเลี้ยงสัตว์จะมีวิธีการ เช่นไร เกี่ยวกับการเลี้ยงดูรักษาพันธุ์สัตว์เหล่านั้น
- ให้อาหารปริมาณเพียงพอ
 - ให้สัตว์อยู่ตามธรรมชาติ
 - เลี้ยงไว้นานวันมาก ๆ
 - ทำการผสมเทียม
 - ทำการผสมพันธุ์สัตว์ข้ามพันธุ์
14. นักเรียนสามารถช่วยในการสงวนพันธุ์สัตว์ใดโดยวิธีใด
- กำจัดปลาตัวใหญ่ที่กินปลาตัวเล็ก
 - ให้อวนที่มีตาห่าง ๆ จับปลา
 - จับปลาวินวินวัน
 - งกจับปลาวินวัน
 - จับเฉพาะปลาตัวใหญ่

คำชี้แจง ให้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 15-16



จากภาพเป็นขนมปัง และซังข้าวโพดที่ใช้น้ำหมักแล้วทิ้งไว้

15. จากภาพเป็นการทดลองเกี่ยวกับสิ่งใด
- แบคทีเรีย
 - ยูกลินา
 - เชื้อรา
 - เฟิร์น
 - สาหร่ายเซลล์เดียว

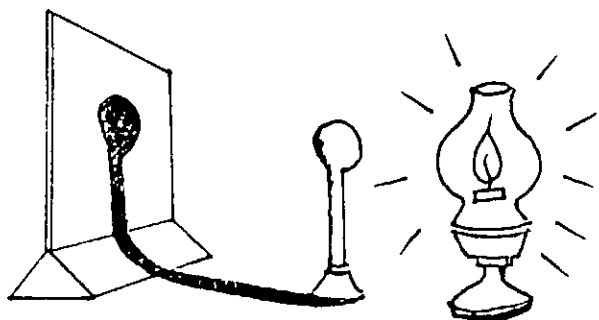
16. จากภาพเป็นการพิสูจน์ความจริง เรื่องใด
 - ก. เชื้อราอยู่ในอากาศทั่วไป
 - ข. แบคทีเรียเจริญเติบโตบนที่แห้ง
 - ค. ยุกส์นา เป็นเชื้อโรคชนิดหนึ่ง
 - ง. เฟิร์นชอบขึ้นอยู่บนขอนไม้ และซังข้าวโพด
 - จ. สาหร่ายเซลล์เดียวเจริญเติบโตในที่ที่มีความชื้น
17. แบคทีเรียมีประโยชน์ต่อพืชอย่างไร
 - ก. ช่วยให้พืชได้น้ำออกซิเจนไปใช้หายใจ
 - ข. ช่วยให้พืชในโคตร เจริญมาใช้ประโยชน์
 - ค. ช่วยในรากพืชดูดน้ำได้
 - ง. ช่วยในการปรุงอาหารของพืช
 - จ. ช่วยในการสร้างคลอโรพลาสต์
18. เชื้อราที่มีโทษอย่างไร
 - ก. ทำให้เกิดวัณโรค
 - ข. ทำให้เกิดโรคตาแดง
 - ค. ทำให้ท้องเสีย
 - ง. ทำให้เป็นโรคกลากเกลื้อน
 - จ. ทำให้เกิดผดผื่น
19. การปฏิบัติตัว เช่นไรที่لامารถจะป้องกันโรคที่เกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ได้
 - ก. กินแต่น้ำที่สะอาด
 - ข. ออกกำลังกายสม่ำเสมอ
 - ค. ฉายอุจจาระให้เป็นเวลา
 - ง. นอนในที่ที่อากาศถ่ายเทได้ดี
 - จ. รับประทานอาหารให้ครบทุกหมู่

23. จากข้อความข้างต้น หลังจากที่เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลง เป็นหินชนิดใด
- หินอัคนี
 - หินชั้น
 - หินแปร
 - หินตะกอน
 - หินดินดาน
24. ประโยชน์ส่วนใหญ่ที่ได้รับจากหินและทรายคืออะไร
- ใช้ในการถลุงแร่
 - ใช้ก่อสร้างอาคาร
 - ทำอนุสาวรีย์
 - ใช้สร้างถนน
 - เป็นเครื่องประดับตกแต่งในบ้าน
25. มนุษย์ใช้ประโยชน์จากป่าไม้ในทางใดมากที่สุด
- ช่วยป้องกันดินพังทลาย
 - เพื่อความร่มเย็น
 - ป้องกันน้ำท่วม
 - เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ
 - ใช้ปลูกสร้างบ้านเรือน
26. การทำนุบำรุงรักษาป่าไม้กระทำโดยหลายทาง ยกเว้น
- ทำโครงการหมู่บ้านสวนป่า
 - กำหนดเขตป่าสงวนแห่งชาติ
 - ส่งเสริมอุตสาหกรรมป่าไม้
 - ส่งเสริมการปลูกป่าทดแทน
 - ควบคุมและป้องกันไม่ให้มีการทำไร่เลื่อนลอย

27. เมื่อธรรมชาติอยู่ในภาวะสมดุลจะไม่เกิดเหตุการณ์ในข้อใด
- ขาดแคลนอาหาร
 - สิ่งมีชีวิตเพิ่มจำนวนอย่างช้า ๆ
 - ประชากรอยู่กันอย่างไมแออัด
 - อากาศบริสุทธิ์
 - แรธาตุที่จำเป็นสำหรับพืชจะถูกหมุนเวียนและนำมาใช้อีก
28. การเพิ่มมนุษย์ทำลายชีวนิเวศจนเกิดความเสียหายขึ้นนั้นอธิบายได้โดยเหตุผลข้อใด
- ขาดความรู้
 - ต้องการมีรายได้
 - มนุษย์เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว
 - ต้องการสร้างสิ่งใหม่ทดแทน
 - ขาดแคลนเจ้าหน้าที่ควบคุม
29. นักเรียนจะมีวิธีปฏิบัติตนอย่างง่ายที่สุดเช่นไรในการรักษาชีวนิเวศให้อยู่ในสภาพดี
- ปฏิบัติตามกฎหมาย
 - ลดความมั่งคั่งของตัวเองในทุกกรณี
 - คำนึงถึงส่วนรวมเป็นสำคัญ
 - เชื่อฟังคำตักเตือนของเจ้าหน้าที่ที่รักษากฎหมาย
 - ช่วยกันรณรงค์และต่อต้านผู้นทำลายชีวนิเวศ
30. ข้อใดที่แสดงให้เห็นว่าการปลูกพืชหมุนเวียนจะช่วยให้เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร
- พืชโตเร็วขึ้น
 - ปลูกพืชที่ต้องการไถกลบ
 - ดินอุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ
 - ไม่ต้องดูแลรักษามาก
 - ช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับการลงทุน

31. ถ้าักเรียน เป็น เกษตรกรในภาคเหนือของประเทศไทย นักเรียนจะทำการ
เพาะปลูกในข้อใดมากที่สุด
- ปลูกพืชยืนต้น เป็นแนว
 - ปลูกพืชคลุมดินในแนวคันบน
 - ปลูกพืชบังลมให้พืชขนาดเล็ก
 - ปลูกพืชแซม
 - ปลูกพืชแบบขั้นบันได
32. ในการศึกษา เรื่องการหักเหของแสง เมื่อนำตัวเลือกข้างชนิดกันโดยใช้ปลาปัก
ในขวดแก้ว ควรจะส่องรังสีใดเป็นพิเศษในเรื่องต่อไปนี้
- ตำแหน่งที่รังสี เกิด
 - ปริมาณของน้ำในขวดแก้ว
 - จำนวนครั้งที่ทำการรังสี เกิด
 - ความชื้นของอากาศบริเวณรอบ ๆ
 - ระยะเวลาที่รังสี เกิด
33. หลังจากฝนตกตอนบ่ายจะเกิดรุ้งกินน้ำทางทิศใด
- ทิศใต้
 - ทิศตะวันออก
 - ทิศตะวันตก
 - ทิศตะวันออกเฉียงใต้
 - ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

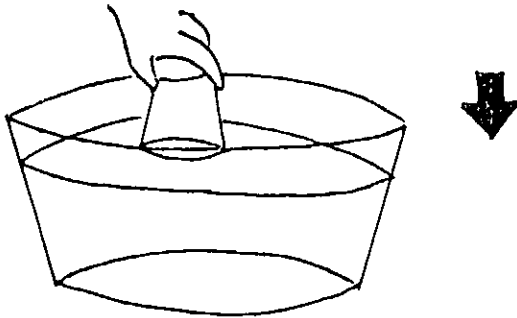
34.



จากภาพเป็นการทดลอง เรื่องใด

- ก. การเกิดภาพ
 - ข. การรับแสง
 - ค. การเกิดเงา
 - ง. การสะท้อนแสง
 - จ. แหล่งกำเนิดแสง
35. ข้อใดแสดงถึงการนำความรู้เกี่ยวกับการหักเหของแสงมาใช้ประโยชน์
- ก. การทำหลอดไฟ
 - ข. การถ่ายรูป
 - ค. การทำไฟฉาย
 - ง. การสร้างไฟจราจร
 - จ. การทำแว่นตา
36. สลารชนิกหนึ่ง เมื่อเป็นของแข็ง เปรียบเสมือนนักเรียนห้อง 1/1 ในห้องเรียน เมื่อสลารชนิกนี้เปลี่ยนเป็นของเหลวจะ เปรียบเสมือนกับข้อใด
- ก. นักเรียนห้อง 1/2 นั่งในห้องเรียน
 - ข. นักเรียนห้อง 1/1 เล่นฟุตบอลในสนามกีฬา
 - ค. นักเรียนทั้งโรงเรียนในหอประชุม
 - ง. นักเรียนทั้งโรงเรียนเข้าแถวเคารพธงชาติ
 - จ. นักเรียนทั้งโรงเรียนวิ่งเล่นในสนาม

คำชี้แจง ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 37-38

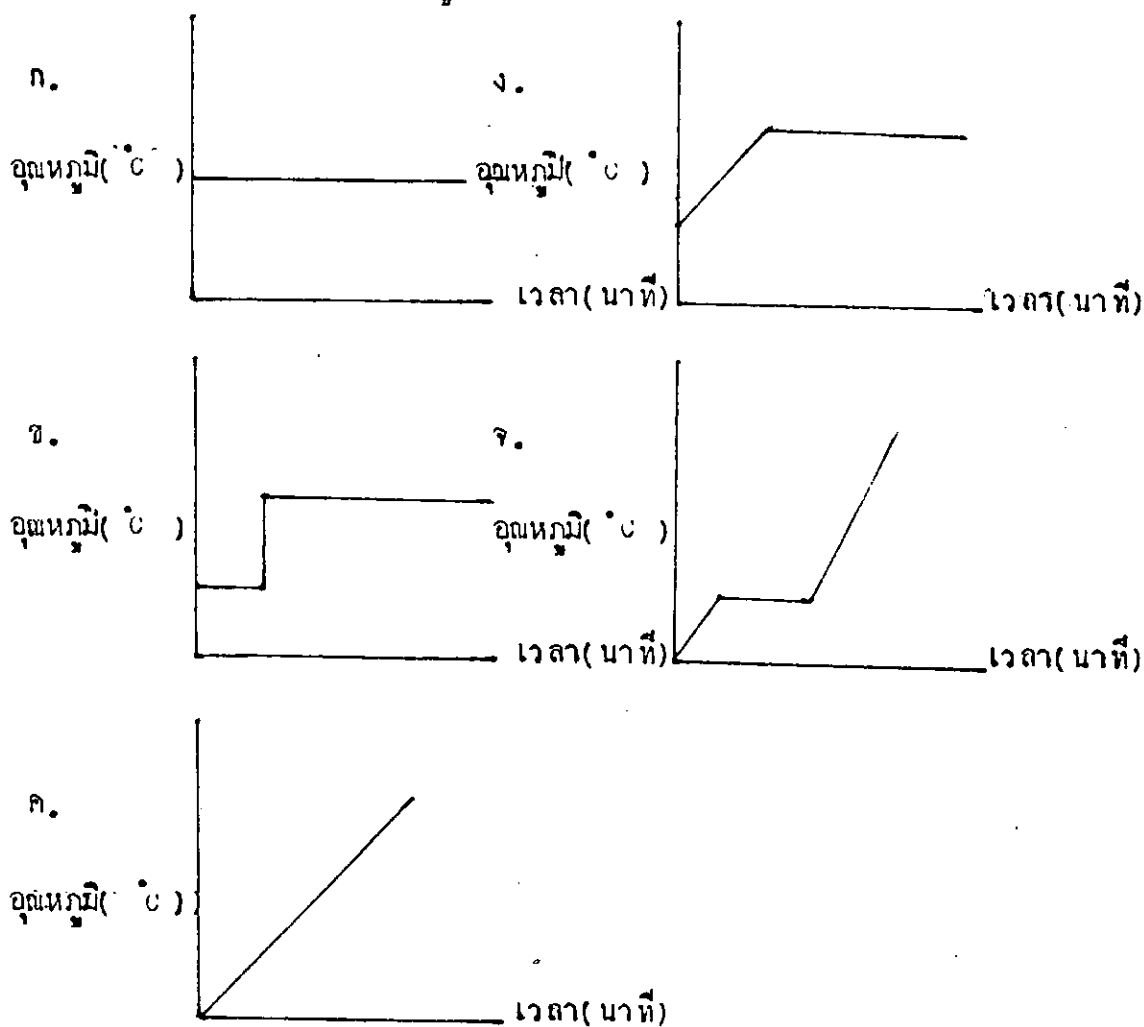


37. รูปนี้แสดงการทดลองเรื่องอะไร
- สสารมีตัวตน
 - สสารมีน้ำหนัก
 - สสารสัมผัสได้
 - สสารต้องการที่อยู่
 - สสารแทนที่ได้
38. เมื่อยกแก้วลงไปตามทิศทางของลูกศรจะเกิดอะไรขึ้น
- น้ำขึ้นไปในแก้วน้ำเล็กน้อย
 - น้ำจะเข้าแทนที่ว่างทันที
 - มีฟองอากาศเกิดขึ้น
 - น้ำไม่สามารถเข้าไปในแก้วได้
 - เป็นไปไ้ทั้ง ก และ ข

คำชี้แจง พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 39-40
ของ เหลว ก เมื่อนำมาต้มแล้ววัดอุณหภูมิก็แค่เริ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ ทุก 1
นาที ปรากฏผลก็ขอมูลในตาราง

เวลา (นาที)	0	1	2	3	4	5	6	7
อุณหภูมิ(°C)	28	46	60	89	94	100	100	100

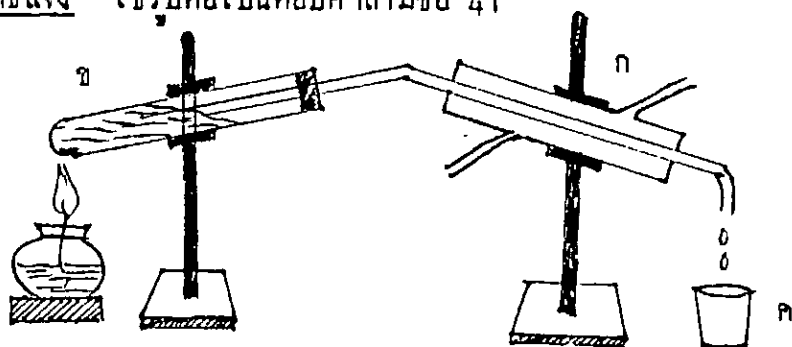
39. กราฟในข้อใดที่สอดคล้องกับขอมูลในตาราง



40. จากตาราง จุดเดือดของสาร ก จะเป็นเท่าใด

- ก. 0°C
- ข. 28°C
- ค. 89°C
- ง. 94°C
- จ. 100°C

คำชี้แจง ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 41

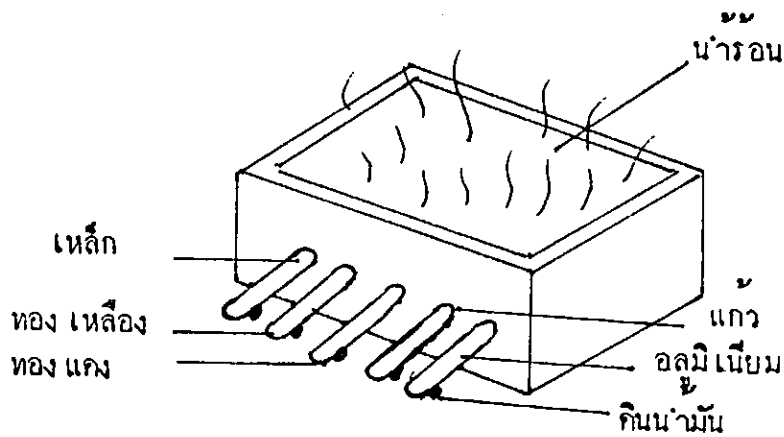


41. ในสถานะ ก ควรบรรจุของเหลวชนิดใดจึงจะเกิดผลดีที่สุด

- ก. น้ำเย็น
- ข. น้ำอุ่น
- ค. น้ำมัน
- ง. น้ำประปา
- จ. น้ำบริสุทธิ์

42. อุณหภูมิคืออะไร

- ก. ระดับความร้อนที่อยู่ในวัตถุ
- ข. ปริมาณความร้อนที่มีอยู่ในวัตถุ
- ค. การถ่ายเทความร้อนของวัตถุ
- ง. ความร้อนสูงสุดของวัตถุ
- จ. ขนาดของความร้อนที่อยู่ในวัตถุ

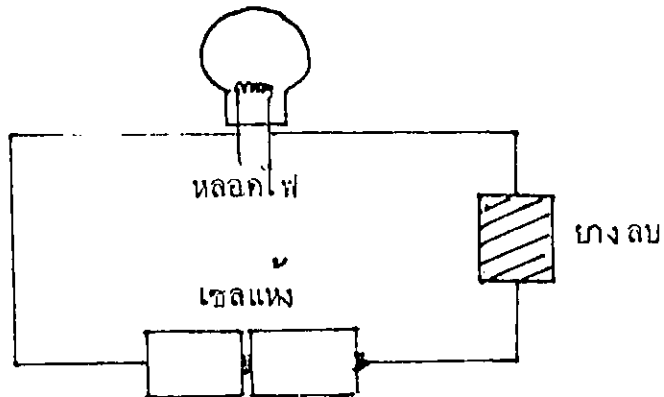


43. รูปนี้แสดง การทดลอง เรื่องอะไร
- ความจุความร้อน
 - การพาความร้อน
 - การนำความร้อน
 - การแผ่รังสีความร้อน
 - ระกัษความร้อน
44. จากข้อ 43 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานของการทดลองอย่างไร
- วัตถุทุกชนิดนำความร้อนได้
 - วัตถุต่างชนิดกันนำความร้อนได้ไม่เท่ากัน
 - การนำความร้อนของวัตถุขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อน
 - การนำความร้อนของวัตถุจะใช้เวลาเท่ากัน
 - ความร้อนสามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุแต่ละชนิดในระยะเวลาที่ไม่เท่ากัน

45. จากข้อ 44 ถ้านผลการทดลองพบว่าคินนํ้ามันจะหลุดออกมาก่อน เมื่อใช้วัตถุเป็นแท่ง ทอง แคล และแท่งวัตถุที่คินนํ้ามันหลุดเป็นแท่ง ถัดไปคืออลูมิเนียม ทอง เหลือง และเหล็กตามลำดับ ส่วนแท่ง แก้ว คินนํ้ามันจะไม่หลุด จากผลการทดลอง ก็กล่าวได้ว่า
- ทอง แคลนำความร้อนได้ดีที่สุด
 - เหล็กนำความร้อนได้ดีที่สุด
 - แท่ง แก้วนำความร้อนได้น้อยที่สุด
 - เหล็กนำความร้อนได้ดีกว่าทอง เหลือง
 - ทอง เหลืองนำความร้อนได้ดีกว่าอลูมิเนียม
46. การที่ยานมีของลมและหน้าต่างก็เพื่อให้อากาศในบ้านหมุนเวียนโดยวิธีใด
- การนำความร้อน
 - การแผ่รังสีความร้อน
 - การพาความร้อน
 - การส่งผ่านความร้อน
 - การนำ การพาและการแผ่รังสีความร้อน
47. น้ำกระป๋อง เปลา เบ็ดฝ้ายบนเตาไฟเพื่อไล่อากาศออกให้หมด จากนั้นยกลงพร้อมกับเบ็ดฝ้ายให้แน่นทันที แล้วนำน้ำเย็นรากลงไป พึงไว้นักครูจะเกิดอะไรขึ้น
- กระป๋องระเบิด
 - กระป๋องบวม
 - ฝากระป๋องจะกระเด็นออก
 - น้ำที่ราดจะเดือดกลายเป็นไอน้ำ
 - ไม่มีอะไรเกิดขึ้น

48. จากข้อ 47 แล^วที่^เเกิดขึ้น เกิดจากสา^{เหตุ}ข้อใด
- ก. น้ำที่ราดลงไปมีความกด^{ดัน}มาก
 - ข. แรงกด^{ดัน}ของน้ำมีค่ามากกว่าแรงกด^{ดัน}ปรก^{ติ}
 - ค. แรงกด^{ดัน}ภายในมากกว่าแรงกด^{ดัน}ภายนอก
 - ง. แรงกด^{ดัน}ภายนอกเท่ากับแรงกด^{ดัน}ภายใน
 - จ. แรงกด^{ดัน}ภายนอกมากกว่าแรงกด^{ดัน}ภายใน
49. การกระทำใดที่^เเกี่ยวข้องกับ^วกับความกด^{ดัน}ของอากาศ
- ก. บิง^ญ
 - ข. พาย^{เรือ}
 - ค. ทอ^กตะ^{ปู}
 - ง. กุ^ดกา^{แฟ}
 - จ. เป[ิ]ก^รระ^ปอง
50. จะเกิดไฟ^{ฟ้า}สถิ^กใด^กก็^เค^อเมื่อปฏิบัติ^{ตาม}ข้อใด
- ก. วัตถุ 2 ชนิด^{ขั้ว}ส^{ัม}กัน
 - ข. วัตถุ 2 ชนิด^{มา}เร^{ียง}กัน
 - ค. วัตถุ 2 ชนิด^ซอน^{กัน}
 - ง. วัตถุ 2 ชนิด^คอ^{กัน}
 - จ. วัตถุ 2 ชนิด^หม^นส^{ัม}กัน
51. การเกิดของไฟ^{ฟ้า}ที่^เไซ^{คาม}ยาน^{เร}ือ^นท^{ัว}ไป เปรียบ^{เท}ียบ^ไก[ั]กับการ^ทำ^{งาน}ของอุปกรณ์^{ชนิด}ใด
- ก. แบ^คเทอ^{รี}
 - ข. พัก^{ลม}
 - ค. ไค^{นา}โม
 - ง. มอ^{เตอร์}
 - จ. เกร[็]ง^{ปั้}น^{น้ำ}

52. จากภาพคำต่อไปนี้จะเป็นจริง



- ก. หลอดไฟสว่าง เพราะหลอดไฟไม่ขาด
 ข. หลอดไฟไม่สว่าง เพราะยางลบเป็นฉนวน
 ค. หลอดไฟสว่าง เพราะต่อครบวงจร
 ง. หลอดไฟไม่สว่าง เพราะถ่านไฟไม่มีไฟ
 จ. หลอดไฟไม่สว่าง เพราะไม่มีสวิตช์คอยเปิดไฟ
53. ถ้าเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในบ้านและฟิวส์ไม่ขาดมักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร
- ก. รีบถอดฟิวส์ทันที
 ข. รีบยกสวิตช์ไฟใหญ่
 ค. รีบปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าออก
 ง. คัทไฟทุกวงจรในบ้าน
 จ. เรียกช่างไฟฟ้ามาทำการแก้ไข

54. คำกล่าวที่ถูกต้อง และ เหมาะสมที่สุดเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าคือข้อใด
- วิทยุกินไฟมากกว่า เครื่องซักผ้าไฟฟ้า
 - การใช้ทองแดงแทนฟิวส์ เป็นการประหยัด
 - ใส่ถุงมือตลอดเวลา
 - ศึกษาคู่มือการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า
 - ในขณะที่มือเปียกอย่าหยิบปลั๊กไฟฟ้า
55. เรามีวิธีแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้อย่างไร
- นำดินผสมกับน้ำ
 - หยคน้ำเกลือลงบนมันเทศ
 - บีบมะนาวลงบนหินปูน
 - นำแม่เหล็กมาแตะกับตะปู
 - นำกระดาษมาต้ม
56. กระดาษทดสอบสารเคมีมีสีน้ำเงินจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูเมื่อนำไปทดสอบกับสารในข้อใด
- น้ำส้ม
 - น้ำเกลือ
 - น้ำซีอิ๊ว
 - น้ำทวงดับไหม
 - น้ำมะนาว

57. ก่อนวัฏฏ์ที่ตกจากปากฟ้าตาลุกไหม้ไหมหนกเหลือตกสู่พื้นโลกเรียกว่าอะไร
- ก. กาวตก
 - ข. กาวหาง
 - ค. ด้งไฟ
 - ง. อุกกาบาต
 - จ. ละเก็กดาว
58. ข้อใดไม่เป็นจริง
- ก. กาวหาง เป็นบริวารของ ดวงอาทิตย์
 - ข. เมื่อเข้าใกล้ดวงอาทิตย์หางของ กาวหาง จะยาวขึ้น
 - ค. หางของ กาวหาง หัน เข้าหา ดวงอาทิตย์
 - ง. กาวหาง โคจรรอบดวงอาทิตย์ เป็นวงรี
 - จ. วงโคจรของ กาวหางบางดวง เข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าดาวพุธ
59. เพราะเหตุใดมนุษย์จึงศึกษาดวงจันทร์ก่อนดาวอื่น
- ก. ดวงจันทร์อยู่ใกล้โลก
 - ข. ดวงจันทร์มีลักษณะคล้ายโลก
 - ค. ดวงจันทร์มีแรงดึงดูดเช่นเดียวกับโลก
 - ง. ดวงจันทร์ เป็นบริวารของโลก
 - จ. ดวงจันทร์มีสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาศัยอยู่
60. โครงการใดที่ลงสถานีอวกาศขนาดใหญ่เขาไปอยู่ในวงโคจรของโลก
- ก. โคถัมเบีย
 - ข. โซยุส
 - ค. ลกายแลป
 - ง. ไวคิง
 - จ. มาร์ิเนอร์

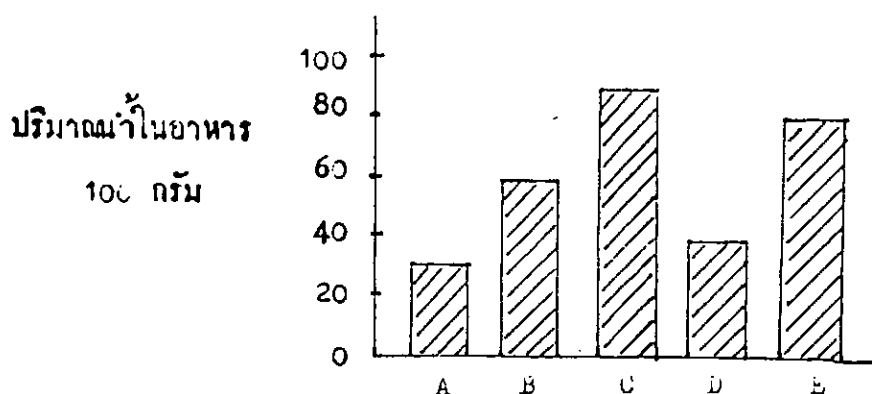
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

กติกา

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้องและโรงเรียนในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย $\times$ ในช่อง ก ข ค ง หรือ จ ลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย $=$ ทับตัวเลือกเดิมก่อนแล้วจึงไปทำเครื่องหมาย $\times$ ใหม่ลงในช่องตัวเลือกที่ต้องการ
4. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 60 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
5. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการควบคุมการสอบ

1. ข้อใดแสดงว่าน้ำช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้เป็นปกติ
- เกิดเหงื่อแล้วระเหยไป
 - โลหิตไหลหมุนเวียน
 - ผนังหลอดเลือดเย็นลง
 - อาหารที่ย่อยแล้วซึมเข้าสู่กระแสเลือด
 - การลำเลียงสารที่เป็นของเหลวภายในร่างกาย

ข้อ 2 ให้นักเรียนพิจารณากราฟต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 2



2. อาหาร D 100 กรัม จะมีน้ำอยู่ประมาณเท่าใด

- 25 กรัม
- 30 กรัม
- 40 กรัม
- 45 กรัม
- 60 กรัม

3. ข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่ใช่แหล่งน้ำในดิน

- บ่อน้ำ
- ทะเล
- ลำคลอง
- น้ำตก
- แม่น้ำและทะเลสาบ

4. แหล่งน้ำดิบกิน มีความสำคัญต่อมนุษย์ในแง่ใดมากที่สุด
 - ก. การชักชวน
 - ข. การคมนาคมขนส่ง
 - ค. การพักผ่อนหย่อนใจ
 - ง. การอุตสาหกรรม
 - จ. การเพาะปลูก
5. ที่วาระกับน้ำใต้ดินนั้น หมายความว่าอย่างไร
 - ก. มีน้ำใต้ดินอยู่เป็นระยะ
 - ข. ภายใต้อินมีน้ำซึมอยู่มากมาย
 - ค. บริเวณของหินใต้ดินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้
 - ง. บริเวณของหินซึ่งอยู่ติดลงไปที่ยึดกับน้ำ
 - จ. ระยะที่ค่าของหินที่ยึดกับน้ำ
6. กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินในลักษณะที่ลดต่ำลงนั้นแสดงว่า
 - ก. บริเวณนั้นเป็นที่ราบลุ่ม
 - ข. บริเวณนั้นมีการเพาะปลูกมากขึ้น
 - ค. บริเวณนั้นอยู่ทางไกลแหล่งน้ำดิบ
 - ง. บริเวณนั้นสูบน้ำบาดาลมากขึ้น
 - จ. บริเวณนั้นเกิดความแห้งแล้ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตารางต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7

ตารางแสดงการทรุดตัวของดินชั้นเนื่องมาจากการสูบน้ำบาดาลมาใช้อย่างมาก
ของตำบล ก ข และ ค จากระดับที่เริ่มศึกษาในช่วงเวลา 6 เดือน

เดือน ตำบล	ระยะที่ทรุดตัวจากระดับที่เริ่มศึกษา (มิลลิเมตร)					
	1	2	3	4	5	6
ก	0.1	0.4	1.1	1.8	2.1	2.2
ข	0.2	0.5	1.2	2.0	2.3	2.4
ค	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

7. จากข้อมูลในตารางสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

- ดินในตำบล ค จะไม่ทรุดต่อไปอีก
- ดินในตำบล ก และ ข จะทรุดตัวลงอีกประมาณ 1 มิลลิเมตร
- ปริมาณน้ำในดินของตำบล ค มีน้อยกว่าปริมาณน้ำในดินของตำบล ก และ ข มาก
- การทรุดตัวของดินในตำบล ค น้อยกว่าการทรุดตัวของดินตำบล ก และ ข มาก
- การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในตำบล ก ข และ ค มีปริมาณใกล้เคียงกัน

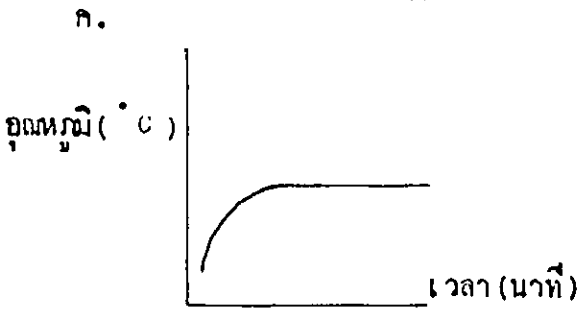
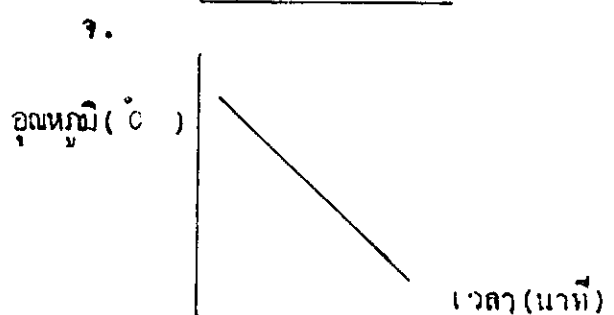
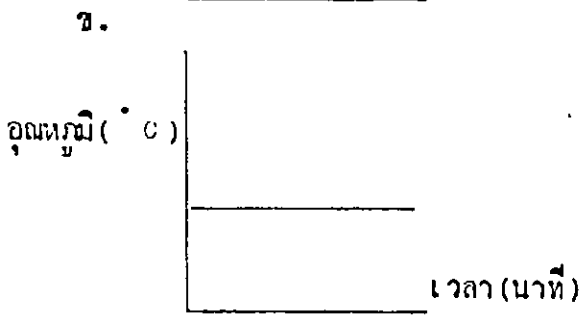
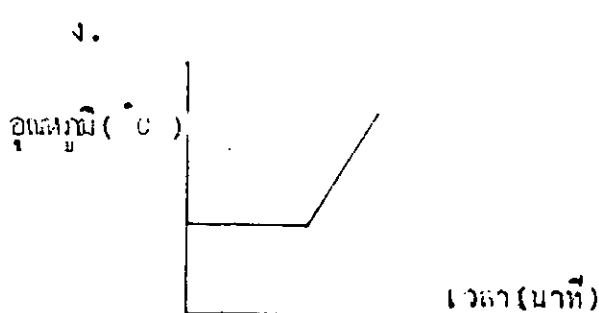
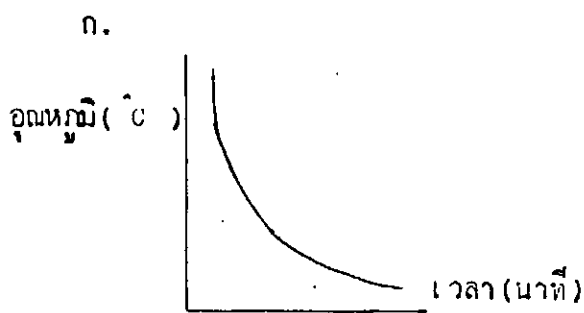
8. เราจะมีวิธีการปฏิบัติเช่นไรเกี่ยวกับการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์

- สูบน้ำครั้งละหลาย ๆ แห่งเพื่อสะดวกในการนำขึ้นมาใช้
- ใช้น้ำอย่างระมัดระวังเพื่อรักษาแหล่งน้ำไว้ให้นาน ๆ
- คำนึงถึงผลที่จะได้รับกับการลงทุนเพื่อสูบน้ำขึ้นมานี้
- เลือกทำเลที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกลงไปเพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วยของเชื้อโรค
- นำน้ำจากบ่อน้ำขึ้นมาใช้ในปริมาณที่พอควร เพื่อป้องกันผลกระทบข้างเคียง

9. ข้อใดกล่าวถึงวัฏจักรของน้ำได้อย่างถูกต้อง
- การที่ไอน้ำกลายเป็นน้ำ
 - การที่น้ำกลายเป็นไอน้ำ
 - การที่น้ำแข็งกลายเป็นน้ำและน้ำกลายเป็นไอน้ำ
 - การหมุนเวียนของน้ำตามธรรมชาติ
 - การที่น้ำกลายเป็นไอน้ำและไอน้ำกลายมาเป็นน้ำอีกครั้งโดยการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ
10. สาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้พื้นดินบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเกิดความแห้งแล้งอยู่มาก หรือบางครั้งก็เกิดอุทกภัยได้ง่ายคือข้อใด
- ท่าโล่เลื่อนลอย
 - เลี้ยงสัตว์ไม่ถูกวิธี
 - คักน้ำทำลายป่า
 - ขาดความรู้ในการประกอบอาชีพ
 - โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยสารพิษ
11. การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำตามข้อใดที่อยู่ในช่วงอุณหภูมิเท่ากัน
- จากของเหลวเป็นก๊าซและจากของเหลวเป็นของแข็ง
 - จากของแข็งเป็นก๊าซและจากของแข็งเป็นของเหลว
 - จากของเหลวเป็นก๊าซและจากก๊าซเป็นของแข็ง
 - จากของเหลวเป็นของแข็งและจากของแข็งเป็นของเหลว
 - จากของแข็งเป็นของเหลวและจากของเหลวเป็นก๊าซ

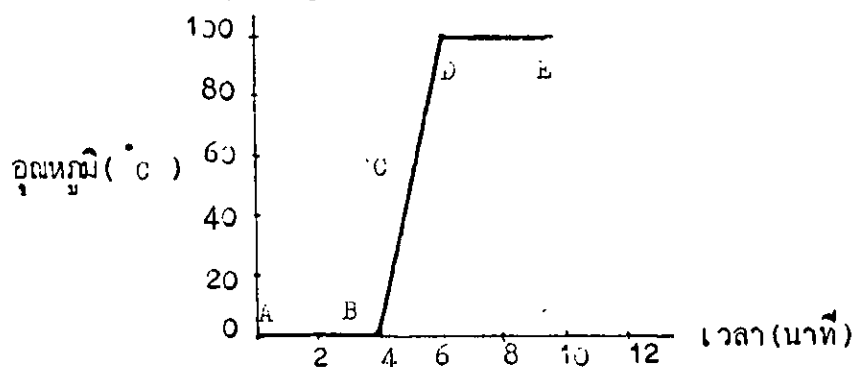
12. เมื่อเรากำน้ำทั้งแก่อุณหภูมิ 50°C แล้วเพิ่มเป็น 65°C 75°C และ 90°C ตามลำดับ แล้วก็คงที่ไปตลอดไม่ว่าจะกวนนานเท่าไร ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
- ก. จุดเดือดของน้ำที่นั่นคือ 90°C
 - ข. ความร้อนที่ให้แก่ น้ำไม่เพียงพอ
 - ค. เทอร์โมมิเตอร์บกพร่อง
 - ง. น้ำปริมาณน้อยเกินไป
 - จ. น้ำที่ต้มมีสารอื่นเจือปนอยู่มาก

13. กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในขณะต้มน้ำกำลังเดือดคือข้อใด



ข้อที่ ๑๔ ให้นักเรียนพิจารณากราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำแล้วตอบคำถาม

ข้อ 14 - 15



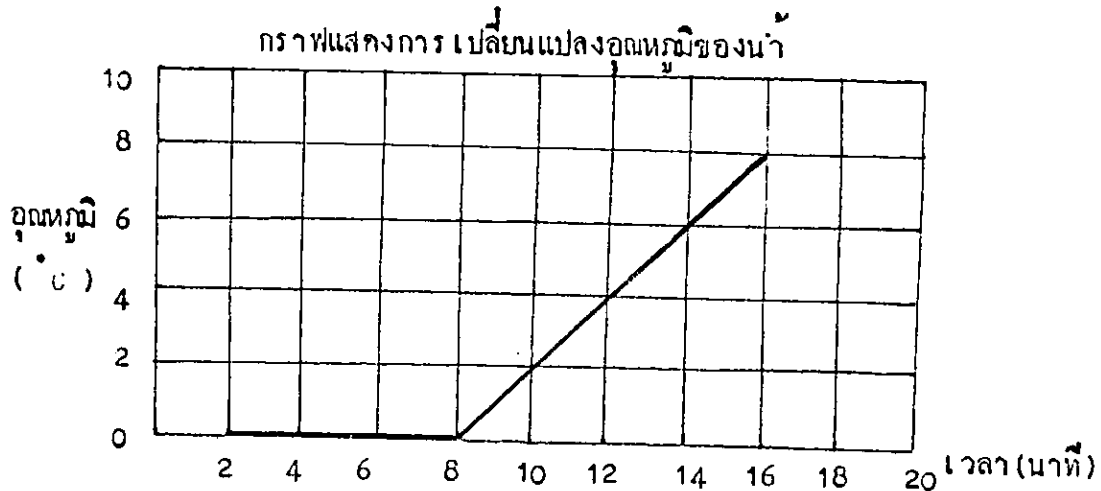
14. กราฟช่วง AB มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. น้ำแข็งเริ่มหลอมเหลวที่ 0°C
- ข. น้ำแข็งเริ่มหลอมเหลวในนาทีที่ 4
- ค. ความร้อนทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว
- ง. การหลอมเหลวของน้ำแข็งใช้เวลา 4 นาที
- จ. ขณะที่น้ำแข็งหลอมเหลวอุณหภูมิจะคงที่ที่ 0°C

15. กราฟในช่วงใดที่แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงสถานะ

- ก. BC และ CD
- ข. AB และ DE
- ค. BC และ DE
- ง. AB และ BC
- จ. BD และ DE

ข้อที่แรง ให้นักเรียนใช้กราฟต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 16 – 17



16. จากกราฟแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในสถานะใด

- ก. น้ำแข็งได้รับความร้อน
- ข. น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง
- ค. ไอน้ำกลายเป็นหยดน้ำ
- ง. น้ำเดือดกลายเป็นไอ
- จ. น้ำที่อุณหภูมิห้องได้รับความร้อน

17. จากข้อ 16 การทดลองดังกล่าวใช้เวลาเท่าไร

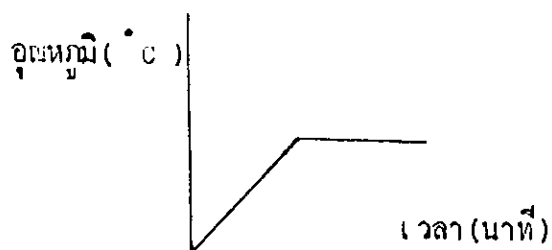
- ก. 6 นาที
- ข. 14 นาที
- ค. 16 นาที
- ง. 18 นาที
- จ. 20 นาที

18. ขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวอุณหภูมิจะคงที่เพราะอะไร

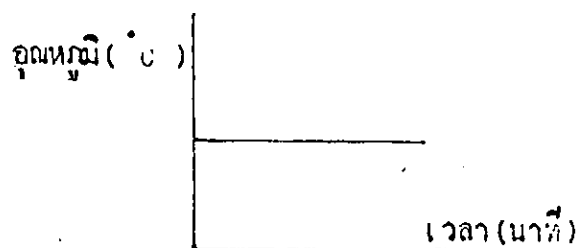
- ก. พลังงานความร้อนจะแปรสภาพไป
- ข. จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งคงที่ทุกสภาวะ
- ค. น้ำแข็งมีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 0°C
- ง. น้ำแข็งนำความร้อนไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ
- จ. น้ำแข็งมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคค่อนข้างสูง

19. กราฟในข้อใดแสดงถึงการใส่น้ำแข็งลงในน้ำจนกระทั่งกลายเป็นเนื้อเดียวกัน

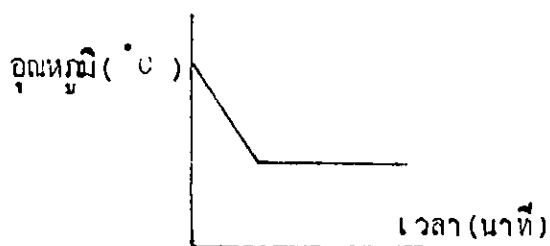
ก.



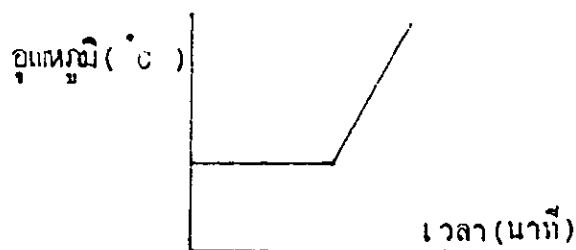
ง.



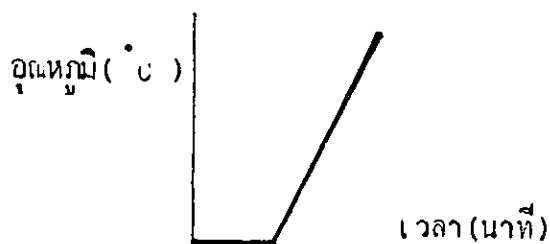
ข.



จ.



ค.



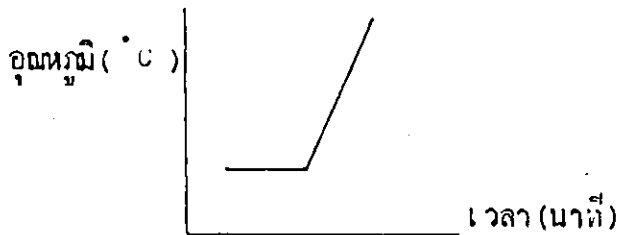
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 20 - 23

สาร X เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่ง เมื่อปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจะเกิดการหลอมเหลว หลังจากนั้นที่ 2 นานไปแล้ววัดอุณหภูมิ แล้ววัดต่อไปเรื่อย ๆ ทุก 1 นาที ปรากฏผลทั้งข้อมูลในการวาง

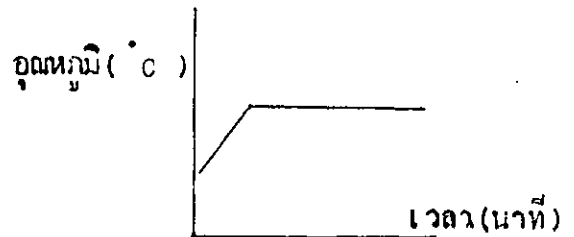
นาทีที่	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
อุณหภูมิ (°C)	0	0	0	0	0	0	0.5	1	2	2

20. กราฟในข้อใดที่สอดคล้องกับข้อมูลในการวาง

ก.



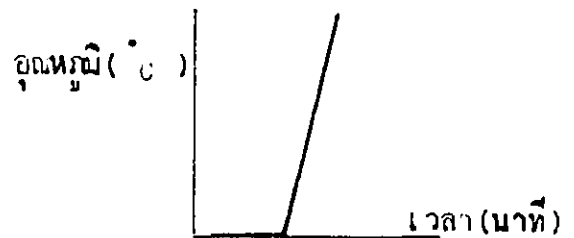
ง.



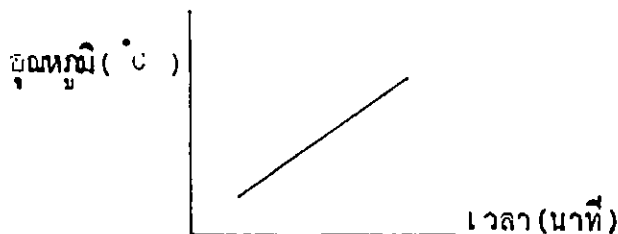
ข.



จ.



ค.



21. จากการวางจุกหลอมเหลวของสาร X จะเป็นเท่าใด

ก. 0°C

ข. 0.5°C

ค. 1°C

ง. 2°C

จ. ระหว่าง 0°C ถึง 2°C

22. สาร X หลอมเหลวหมดภายในเวลากี่นาที

ก. 2 นาที

ข. 3 นาที

ค. 7 นาที

ง. 9 นาที

จ. 11 นาที

23. ถ้าทำให้สาร X กลายเป็นของแข็ง สาร X จะเริ่มแข็งตัวที่อุณหภูมิ

ก. 0°C

ข. 0.5°C

ค. 1°C

ง. 2°C

จ. ระหว่าง 0°C ถึง 2°C

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ชุดต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 24-26

นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการทดลอง ดังนี้

1. หยคน้ำหมายเลข 1 2 3 และ 4 ลงในจานหลุมโลหะประมาณ 4 หยด เขียนหมายเลขไว้ที่ขอบหลุม

2. นำจานหลุมโลหะไปตั้งไฟจนน้ำแห้ง สังเกตว่าสิ่งใดเกิดขึ้นหรือไม่

24. การทดลอง ดังกล่าวควรใช้ตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด

ก. น้ำต่างชนิดกันจะใช้เวลา แปรผันต่าง กัน

ข. อุณหภูมิมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลง คุณสมบัติของน้ำ

ค. ความแตกต่างของน้ำขึ้นอยู่กับสาร เจือปน

ง. น้ำต่างชนิดกัน เมื่อ แปรผัน จะให้ผลต่าง กัน

จ. น้ำที่มีการ เจือปนของสาร เมื่อ แปรผัน จะสังเกตเห็นสารนั้นตกค้าง อยู่

25. อุปกรณ์ชนิดใดที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการทดลองนี้

ก. บีกเกอร์

ข. หลอดหยด

ค. กรวย

ง. เทอร์โมมิเตอร์

จ. ลูกห้อย ค และ ง

26. จากการทดลองได้ปรากฏว่าผลการทดลอง ดังนี้

ตัวอย่างน้ำ	ผลที่สังเกตเห็นจากการ แปรผัน
หมายเลข 1	ไม่มีอะไร เหลืออยู่เลย
หมายเลข 2	มีคราบติดอยู่บาง เล็กน้อย
หมายเลข 3	มีคราบสีขาว
หมายเลข 4	มีคราบสีขาว

นักเรียนจะสรุปผลไควอย่างไร

- ก. น้ำบางชนิดมีสาร เจือปนอยู่
- ข. การ เปราน้ำบางชนิดจะมีสารตกค้าง เหลืออยู่
- ค. น้ำที่เฒ่าแล้วมีคราบสีขาวอยู่ เป็นน้ำที่ไม่บริสุทธิ์
- ง. น้ำที่มองว่าใสอาจจะมีสิ่ง เจือปนจึงใช้การ เฒ่าให้แห้ง เพื่อแยกสารออก
- จ. น้ำหมายเลข 1 กับน้ำหมายเลข 2 3 และ 4 มีสมบัติต่างกัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ตาราง ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 27-28

ตารางบันทึกผลแสดง ลักษณะการ เกิดฟอง ของน้ำชนิดต่าง ๆ กับน้ำสบู่

หลอดที่	สารในหลอด	เมื่อ เติมน้ำสบู่	ความสูง ของฟองสบู่ (เซนติเมตร)
1	น้ำกลั่น	เกิดฟองง่าย	2.3
2	น้ำประปา	เกิดฟองง่าย	2.1
3	น้ำกลั่นและแอลกอฮอล์	เกิดฟองยาก	0.4
4	น้ำกลั่นและแมกนีเซียมคลอไรด์	เกิดฟองยาก	0.4

27. หลอดที่มีบรรจุน้ำอ่อนคือหลอดใด

- ก. 1 และ 2
- ข. 1 และ 3
- ค. 3 และ 4
- ง. 1 และ 4
- จ. 2 และ 3

28. หลอดที่ 3 และ 4 เป็นน้ำชนิดใด
- น้ำอ่อน
 - น้ำสะอาด
 - น้ำเสีย
 - น้ำกระด้าง
 - น้ำไม่บริสุทธิ์
29. การแก้ปัญหาน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวรทำได้โดยวิธีใด
- ต้ม
 - เติมสารส้ม
 - แกว่งสารส้ม
 - ทิ้งทิ้งไว้ในหอคอยตะกอน
 - เติมโซเดียมคาร์บอเนต

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 30

จากการทดสอบความกระด้างของน้ำโดยพิจารณาจากการเกิดฟองกับน้ำ
สบู่ ในการทดลองดังต่อไปนี้

หลอดที่	วิธีทำ	ผลลัพธ์ เกิดฟอง	
		น้ำชนิด A	น้ำชนิด B
1	เติมน้ำสบู่	ไม่มีฟอง	ไม่มีฟอง
2	ต้มแล้ว เติมน้ำ- สบู่	มีฟอง	ไม่มีฟอง
3	เติมโซเดียม - คาร์บอเนต	มีฟอง	มีฟอง

30. การแปลความหมายข้อมูลข้อใดไม่ถูกต้อง
- ก. น้ำพุค A และ B เป็นน้ำกระทาง
 - ข. น้ำพุค A ตมแลวหายกระทาง
 - ค. น้ำพุค B ตมแลวไมหายกระทาง
 - ง. น้ำพุค A เป็นน้ำบอ น้ำพุค B เป็นน้ำทะเล
 - จ. น้ำพุค A และ B เมื่อนำมาเค็มโซ เค็มคาร์บอเนตจะหายกระทาง
31. การที่จะชักนำโคโยให้เปลี่ยนสับนอยที่สุดควรจะเลือกใช้น้ำประเภทใด
- ก. น้ำบาดาล
 - ข. น้ำฝน
 - ค. น้ำคลอง
 - ง. น้ำทะเล
 - จ. น้ำตม
32. ถาบอที่บานนักเรียนมีแคลเซียมไฮโดร เจนคาร์บอเนตเจือปนอยู่มาก ควรจะมีวิธีแก้ไขอย่างไรที่ง่ายและลัน เปลี่ยนนอยที่สุด
- ก. ใสสารเคมี
 - ข. ตม
 - ค. กลั่น
 - ง. กรอง
 - จ. แกว่งสารตม

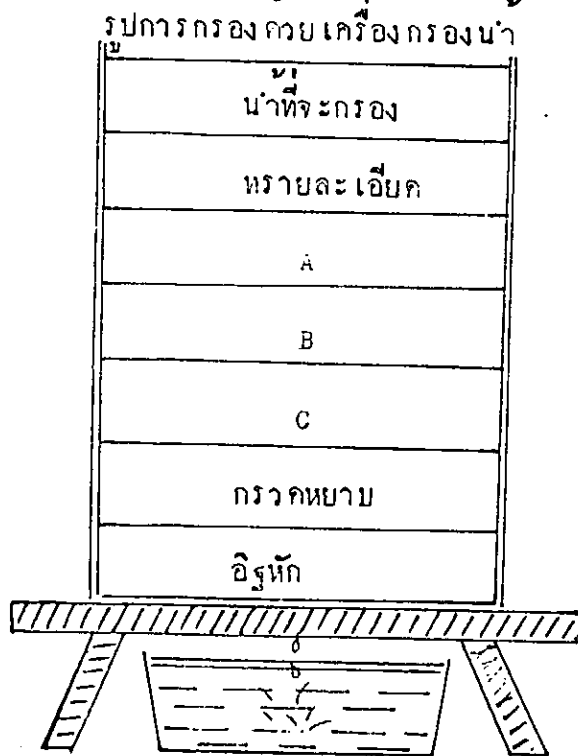
33. การนำน้ำใสสำหรับซักผ้าควรทำน้ำด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
- กรอง
 - ต้ม
 - ทำให้ตกตะกอน
 - เติมคลอรีน
 - พองให้ตกตะกอน
34. การกรอง เป็นกระบวนการอย่างไร
- ทำให้สารแขวนลอยตกตะกอน
 - ทำให้ของเหลวที่รวมตัวกันแยกออกจากกัน
 - ทำให้ของเหลวปราศจากสีและกลิ่น
 - ทำให้สารที่ไม่ละลายน้ำแยกออกจากกัน
 - ทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนเร็วขึ้น
35. ความสะอาดของน้ำบ่าทดก่ดทับกับการทำน้ำให้สะอาดโดยวิธีใด
- การต้ม
 - การกรอง
 - การกลั่น
 - การแกว่งสารผสม
 - การเติมคลอรีน

36. ถ้าต้องการใช้น้ำในบ่อสำหรับดื่มควรผ่านน้ำด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
- กรอง
 - กลั่น
 - ต้ม
 - แกว่งสารส้ม
 - เติมคลอรีน
37. สารใดต่อไปนี้ใช้กับวิธีกรองน้ำบริสุทธิ์ได้
- น้ำหมัก
 - น้ำเชื่อม
 - น้ำแป้ง
 - น้ำทะเล
 - น้ำมันก๊าด
38. เครื่องกรองน้ำที่ใช้ทึบำนาน เรือน อาศัยหลักการข้อใด
- หลักการผ่านน้ำประปา
 - หลักการซึมของน้ำผานดิน
 - หลักการ เกิดเมฆฝน
 - หลักการ เกิดน้ำค้าง
 - หลักการ ไนโตรเจนของ โลก

39. ในการกรองน้ำ ถ้าไม่มีถ่านนักเรียนจะใช้สิ่งใดแทนได้

- ก. สารส้ม
- ข. กาบมะพร้าว
- ค. ซีเมนต์
- ง. ซีลือบ
- จ. เกล็ดแกง

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้รูปและตัว เลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 40-42



- ก. ทรายหยาบ
- ข. กรวดละเอียด
- ค. สาลี
- ง. ถ่าน
- จ. ซีลือบ

40. ชั้น A จะคงใช้วัสดุใดจึงจะเหมาะสมและง่ายที่สุด
41. ชั้น B จะคงใช้วัสดุใดจึงจะเหมาะสมและง่ายที่สุด
42. ชั้น C จะคงใช้วัสดุใดจึงจะเหมาะสมและง่ายที่สุด
43. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารซึ่งเกิดจากการคมของเหลวให้กลายเป็นไอ
แล้วทำให้ไอควบแน่นเป็นของเหลวเรียกว่า
- ก. การคม
 - ข. การกลั่น
 - ค. การควบแน่น
 - ง. การกลายเป็นไอ
 - จ. การระเหย
44. ถ้านักเรียนไปเที่ยวเกาะกลางทะเล บังเอิญน้ำดื่มที่จกเตรียมไปหมด นักเรียน
จะแก้ปัญหาได้อย่างไร
- ก. นำน้าทะเลมาทำให้ตกตะกอนแล้วคม
 - ข. นำน้าทะเลมาคมแล้วกรอง
 - ค. นำน้าทะเลมาคมแล้วทำให้ไอควบแน่นเป็นน้ำ
 - ง. รอเวลาฝนตกแล้วร่อนน้ำฝนไว้ใช้ดื่ม
 - จ. ใช้น้ำจากพืชบางชนิดที่อมน้ำ

45. ขั้นตอนที่ถูกของ การทำน้ำประปา คือ
- ก. พักน้ำ กรองน้ำ กลั่น
 - ข. ฆ่าเชื้อโรค กรองน้ำ ตกตะกอน
 - ค. กรองน้ำ ฆ่าเชื้อโรค ตกตะกอน
 - ง. ตกตะกอน ฆ่าเชื้อโรค กรองน้ำ
 - จ. ตกตะกอน กรองน้ำ ฆ่าเชื้อโรค
46. การ เติมคลอรีนลงในน้ำเพื่อทำน้ำประปาอาจไม่จำเป็นสำหรับน้ำจากบาง แหล่ง
นัก เรียนคิดว่าน้ำที่กลั่นนั้นมาจากแหล่งน้ำในข้อใด
- ก. น้ำทะเล
 - ข. น้ำตก
 - ค. น้ำบ่อ
 - ง. น้ำเขื่อน
 - จ. น้ำบาดาล
47. ข้อใดอธิบาย เหตุผลของการที่ต้อง ทนน้ำไว้ในที่สูง ๆ ในการทำน้ำประปา
- ก. น้ำจะไคมีพลังงานมากขึ้น
 - ข. น้ำจะตกตะกอนเร็วขึ้น
 - ค. สามารถเก็บน้ำไว้ได้นาน ๆ ไค
 - ง. ป้องกันเชื้อโรคไค
 - จ. ป้องกันการขาดแคลนนํ้า

48. ในการทำหน้าประปา เราทำให้สารแขวนลอยรวมตัวกันได้เร็วขึ้นโดยใช้สารในข้อใด
- ก. ถ่าน
- ข. ปูนขาว
- ค. สารส้ม
- ง. เกลือแกง
- จ. โซเดียมคาร์บอเนต
49. นักเรียนจะมีวิธีป้องกันไม่ให้สูญเสียค่าน้ำแพง ๆ ได้อย่างไร
- ก. อามน้ำคอยฝักบัววันเว้นวัน
- ข. อามน้ำในอ่างอามน้ำทุกครั้ง
- ค. ปรับปรุงแก้ไขมิเตอร์วัดน้ำ
- ง. ตรวจสอบรั่วของท่อน้ำ
- จ. ทำน้ำหยดใส่ภาชนะบรรจุน้ำแทนการเปิดให้ไหลแรง ๆ
50. ภาตองการตรวจสอบน้ำจากคลอง ก กับน้ำจากคลอง ข ว่าแหล่งใดจะมีจุลินทรีย์มากกว่ากัน ข้อใดไม่ใช่ตัวแปรที่จะต้องควบคุม
- ก. แหล่งน้ำ
- ข. ปริมาณน้ำ
- ค. วิธีตรวจสอบ
- ง. อุณหภูมิของน้ำ
- จ. ระยะเวลาการตรวจสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 51
 ตารางแสดงรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีการ
 ก่อกำเนิดหินหนาแน่น

ตัวอย่างน้ำ	ค่า บี โอ ดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)
คลอง แสนแสบ	110
คลอง ประปา	50

51. จากข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจะแปลผลว่าอย่างไร
- น้ำจากคลอง แสนแสบมีความนำในคลอง ประปา
 - น้ำจากคลอง แสนแสบมีสารอินทรีย์อยู่มากกว่าน้ำในคลอง ประปา
 - น้ำจากคลอง แสนแสบมีปริมาณกาซออกซิเจนละลายอยู่มากกว่าน้ำใน
 คลอง ประปา
 - น้ำจากคลอง แสนแสบมีสารฟอสเฟตละลายอยู่มากกว่าน้ำในคลอง ประปา
 - น้ำจากคลอง แสนแสบมีจุลินทรีย์และสาหร่ายอยู่มากกว่าน้ำในคลอง ประปา

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 52-53

ตารางแสดงรายงานผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม 5 แห่ง

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	บี โอ ดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อลิตร)
1	9	20	205	0.04
2	5.2	70	125	1.90
3	6.9	26	90	0.01
4	7.0	27	50	11.20
5	9.1	25	1650	0.001

52. น้ำเสียจากโรงงานใดที่มีปริมาณของสารอินทรีย์เจือปนอยู่มากที่สุด
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
53. น้ำเสียจากโรงงาน 4 ควรได้รับการปรับปรุงอะไรบ้างก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ
- ทำให้อุณหภูมิของน้ำต่ำลง
 - ทำให้ปริมาณตะกั่วตกน้อยลง
 - ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ลดลง
 - ทำให้ความเป็นกรดน้อยลง
 - ต้องปรับปรุงทุกข้อตามที่กล่าวมา
54. การที่คราบน้ำมันไหลล้นปกคลุมบริเวณผิวน้ำติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ นั้นจะเกิดผลกระทบต่องูใด
- เรือแพสสิเจอร์ไปมาไม่ได้
 - ทำลายทัศนียภาพที่สวยงาม
 - ทำลายพันธุ์ปลา
 - ทำให้ทะเลลอยเน่าเหม็นไปทั่ว
 - การนำน้ำมาใช้เป็นไปควยความยากลำบาก

- คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 55-56
- ในการทดลองครั้งหนึ่ง โดยนำน้ำจากแหล่งเดียวกัน บรรจุบีกเกอร์เท่ากัน ปริมาณเท่ากัน 3 บีกเกอร์ คือ
- บีกเกอร์ที่ 1 บรรจุอย่างเต็มพร้อมกับปลาหางนกยูง 1 ตัว
- บีกเกอร์ที่ 2 บรรจุและสำหรับ 1 คน ปลุกไว้ในน้ำพร้อมกับปลาหางนกยูง 1 ตัว
- บีกเกอร์ที่ 3 บรรจุและเติมน้ำมันหล่อลื่นลงไปบนผิวน้ำพร้อมกับปลาหางนกยูง 1 ตัว
55. ถ้าทิ้งบีกเกอร์ทั้ง 3 ไว้ระยะหนึ่งแล้วสังเกตผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ปลาทุกบีกเกอร์ยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้ปกติ
 - ปลาในบีกเกอร์ที่ 3 จะตายเร็วที่สุด
 - ปลาในบีกเกอร์ที่ 1 จะตายเร็วที่สุด
 - ปลาในบีกเกอร์ที่ 2 จะตายเร็วที่สุด
 - ปลาในบีกเกอร์ที่ 1 และบีกเกอร์ที่ 3 เท่านั้นจะตาย
56. จากข้อ 55 ถ้าปลาที่มีอาหารกินสมบูรณ์ทุกบีกเกอร์ แต่ปลาในบีกเกอร์ที่ 3 ตายไป ส่วนปลาในบีกเกอร์ที่ 1 และบีกเกอร์ที่ 2 ยังมีชีวิตอยู่จะสันนิษฐานได้ว่ามีสาเหตุจากอะไร
- ปลากินน้ำมันเข้าไปจึงตาย
 - สารพิษจากน้ำมันแพร่เข้าสู่ตัวปลา
 - บีกเกอร์ขนาดเล็กเกินไปปลาอยู่ไม่ไ่
 - เกิดสภาวะน้ำเป็นพิษอย่างรุนแรง
 - ปลาขาดอากาศในการหายใจ

57. การใช้ยาฆ่าแมลงมากเกินไปทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและทำให้น้ำเสียนักเรียนมีวิธีการใดที่จะลดการใช้ยาฆ่าแมลงลง
- ก. ใช้พันธุ์พืชที่มีความต้านทานโรคสูง
 - ข. ปลุกก่อนหรือหลังฤดูการระบาดของแมลง
 - ค. ปลุกพืชหมุนเวียน แมลงปรับตัวไม่ทันก็จะตายไปเพราะศัตรูพืชเลือกทำลายพืชเฉพาะอย่าง
 - ง. ใช้วิธีการปราบแบบชีวภาพคือใช้แมลงกำจัดแมลงกันเอง
 - จ. ศึกษามาขึ้นถูกทุกข้อ
58. ภาวะต่อไปนี้เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยและสารเคมีอย่างผิดวิธีบกเวน
- ก. มีการแพร่พันธุ์เชื้อโรค
 - ข. อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น
 - ค. สัตว์น้ำมีปริมาณลดน้อยลง
 - ง. เกิดการสะสมของสารพิษที่สลายตัวไคยาก
 - จ. การย่อยสลายของสารอินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป

59. ถ้ามีน้ำเสียเกิดขึ้นในบริเวณโรงเรียน นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการแก้ไขอย่างไร
- ก. นำนักขยะมาใส่ในน้ำ
 - ข. นำคลอรีนเทใส่ในน้ำเสีย
 - ค. สมน้ำเสียลงคลองหรือท่อระบายน้ำ
 - ง. ไม่ทิ้งขยะและสิ่งโสโครกลงในน้ำที่เสีย
 - จ. นำน้ำเสียมาทิ้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วปล่อยส่วนที่ใสให้ซึมลงในดิน
60. ถ้านักเรียนเป็นผู้บริหารประเทศจะใช้นโยบายใดเกี่ยวกับการป้องกันน้ำเสียมิให้เกิดขึ้น และสามารถทำได้นานและมีประสิทธิภาพ
- ก. กำจัดสิ่งปฏิกูลโดยการฝังหรือเผา
 - ข. ออกกฎหมายลงโทษผู้ทิ้งขยะและสิ่งสกปรกลงสู่แหล่งน้ำ
 - ค. ให้ความรู้แก่เยาวชนในเรื่องน้ำเสียและวิธีป้องกัน
 - ง. ออกกฎหมายห้ามทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณแหล่งน้ำ
 - จ. ออกกฎหมายบังคับเกี่ยวกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

แบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์

คำอธิบายวิธีทำ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการ วัดแนวทางการคิดแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยต้องการทราบว่า จากข้อความหรือปัญหาที่กำหนดให้ ถ้านักเรียนต้องการแก้ปัญหา นั้น นักเรียนจะมีแนวทางการคิดในลักษณะใด แบบทดสอบนี้มีข้อสอบ 30 ข้อ

2. วิธีตอบแบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนอ่านข้อความหรือปัญหาที่กำหนดให้ การตอบให้นักเรียนเขียนตอบในกระดาษคำตอบ โดยเขียนเลขลงในช่อง ☐ หลังตัวเลข นั้นในกระดาษคำตอบโดย

ถ้าพอใจมาก ให้เขียนเลข 3 ในช่อง ☐ หลังตัวเลขนั้น

ถ้าพอใจน้อย ให้เขียนเลข 2 ในช่อง ☐ หลังตัวเลขนั้น

ถ้าพอใจน้อยที่สุด ให้เขียนเลข 1 ในช่อง ☐ หลังตัวเลขนั้น

ดังตัวอย่างในการการตอบในข้อ (๑) ดังนี้

(๑) ก ☒ 3 ข ☐ 1 ค ☐ 2

3. แนวทางการคิดแก้ปัญหาทั้ง 3 ทางนี้ นักเรียนไม่ต้องกังวลถึงความถูกต้องหรือผิด อย่างไรทั้งสิ้น เพราะแต่ละตัวเลือกมีความเป็นไปได้ หรือมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา ทั้งสิ้น นักเรียนเพียงแต่พิจารณาว่า นักเรียนพอใจแนวทางการคิดแก้ปัญหาใดมากกว่ากัน เท่านั้น และขอให้นักเรียนระวังว่านักเรียนต้องตอบทุกตัวเลือกในแต่ละข้อ ข้อใดที่นักเรียน ตอบไม่หมดจะถือว่าข้อนั้นใช้ไม่ได้

4. ก่อนลงมือตอบให้นักเรียนเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนเองในช่องว่างก่อนบนของกระดาษคำตอบให้ชัดเจนก่อนลงมือตอบ และอย่าเพิ่งลงมือทำก่อนได้รับ คำสั่ง

1. เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า น้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิต
 - ก. ในร่างกายของคนเรานั้นน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว โดยจะเป็นส่วนประกอบของส่วนต่าง ๆ เช่น เลือด น้ำเหลือง ทับ ไก
 - ข. เมื่อเกิดการกระหายน้ำและไม่มีน้ำดื่ม เราสามารถเลือกรับประทานอาหารบางชนิดที่มีน้ำอยู่ปริมาณมากเป็นการทดแทนได้
 - ค. หากร่างกายมีการสูญเสียน้ำในปริมาณมากเป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้มีผลกระทบต่อระบบภายในร่างกาย
2. มนุษย์โลกประกอบด้วยส่วนที่เป็นพื้นน้ำและเป็นที่ดิน
 - ก. สักวันหนึ่งข้างหน้ามนุษย์จะต้องสร้างที่อยู่อาศัยใต้น้ำทะเล
 - ข. ในจำนวนน้ำบนพื้นโลกทั้งหมด ปรากฏว่า 97% เป็นน้ำทะเล
 - ค. คนที่อยู่ชายทะเลจะต้องชุกบ่อหางขายทะเลหอยสมควรมาน้ำในบ่อจึงจะจืด
3. น้ำใต้ดินจืดเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีปริมาณมากกรองลงมาจากน้ำผิวดิน
 - ก. ถ้าปราศจากการควบคุมเกี่ยวกับปริมาณของน้ำบาดาลที่นำมาใช้จะก่อให้เกิดผลเสียต่อการเปลี่ยนแปลงของนิเวศ
 - ข. การชุกบ่ออย่างน้อยต้องชุกลงไปให้ลึกถึงชั้นของระดับน้ำในดินจึงจะได้น้ำที่นำมาใช้
 - ค. ทั้งน้ำในดินและน้ำบาดาลจืดเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติชนิดหนึ่งซึ่งรวมเรียกว่า น้ำใต้ดิน
4. การสร้างเขื่อนเป็นวิธีการหนึ่งที่มนุษย์คิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ในการกักเก็บน้ำ แล้วนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเพาะปลูกและการผลิตกระแสไฟฟ้า
 - ก. เขื่อนเป็นทวนบที่สร้างกันขวางลำน้ำไว้โดยที่น้ำบริเวณเหนือเขื่อนจะถูกกั้นให้มีระดับสูงกว่าเดิมมาก
 - ข. ผลกระทบในด้านต่าง ๆ จากการสร้างเขื่อนมีมากมายจนนั้นจึงควรศึกษาข้อมูลให้แน่ชัดก่อนดำเนินการ
 - ค. บริเวณก้นเหนือเขื่อนซึ่งมีลักษณะเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่สามารถใช้ประโยชน์ในการจับหาสัตว์น้ำเพื่อเป็นอาหารได้

5. ในแต่ละวันจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในวัฏจักรของน้ำตลอดเวลา
 - ก. การเกิดวัฏจักรของน้ำช่วยให้มีน้ำไว้ใช้สอยอย่างต่อเนื่อง
 - ข. วัฏจักรของน้ำเกิดขึ้นเมื่อมีการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงน้ำในสถานะต่าง ๆ จากพื้นดิน พื้นน้ำเข้าสู่บรรยากาศแล้วกลับคืนสู่พื้นดินพื้นน้ำอีก
 - ค. หากไม่ยุติการการกักไม่ทำลายน้ำจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในวัฏจักรของน้ำ
6. พลังงานจากน้ำเป็นพลังงานทางธรรมชาติชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง
 - ก. พลังงานน้ำจะเกิดแรงดันมากขึ้นเมื่อปล่อยให้น้ำตกลงมาจากที่สูง
 - ข. บริเวณเหนือเขื่อนที่กั้นน้ำท่วมจะต้องเร่งเข้าดำเนินการแก้ไขโดยด่วนก่อนที่ความอุดมสมบูรณ์และสมดุลทางธรรมชาติจะถูกทำลายมากยิ่งขึ้น
 - ค. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำถือว่าเป็นการนำพลังงานทางธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ส่วนรวมได้เป็นอย่างดี
7. น้ำเป็นสารที่สามารถเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งเป็นก๊าซกลับไปกลั่นมาได้
 - ก. มนุษย์อาศัยหลักการเปลี่ยนสถานะของน้ำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตน้ำแข็ง
 - ข. เมื่อให้ปริมาณความร้อนแก่น้ำสูงขึ้นเรื่อย ๆ น้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซ
 - ค. การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำตามธรรมชาติ หากขาดสมดุลอาจทำให้เกิดความเสียหายได้

8. น้ำประปาประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ มากมายรวมตัวกันอยู่ด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค สถานะของน้ำที่เป็นของแข็ง ของเหลวและก๊าซมีการเรียงตัวของโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแตกต่างกัน
- อนุภาคที่เล็กที่สุดของน้ำเรียกว่า โมเลกุล
 - การส่งน้ำในสระ หนอง คลอง บึง ควรปลูกต้นไม้หรือสิ่งปกคลุมเพื่อ กันแสงแดดไม่ให้น้ำในสระระเหยไ้ง่าย
 - การที่เหล็กหลอมเหลวได้เป็นเพราะความร้อนทำให้โมเลกุลของเหล็กเคลื่อนไหว ซึ่งมีลักษณะ เช่นเดียวกับที่น้ำแข็ง เปลี่ยน เป็นน้ำ
9. เมื่อเพิ่มความร้อนให้กับน้ำจนถึงจุดเดือดจะมีการ เปลี่ยนแปลงสถานะโดยที่อุณหภูมิยังคงที่
- ที่ระดับน้ำทะเลและวัคอุณหภูมิน้ำเมื่อถึงจุดเดือดได้ 100 องศาเซลเซียส
 - เมื่อต้องการต้มน้ำให้เดือดเร็วขึ้นสามารถทำได้โดยรักษาภาพแวกล้อมให้มีความกดดันต่ำ
 - การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลที่ต่อการ เปลี่ยนแปลงสมบัติของน้ำช่วยให้เราสามารถควบคุมการ เปลี่ยนแปลงดังกล่าวซึ่งเคยเกิดขึ้นตามธรรมชาติได้ง่ายขึ้น
10. ในธรรมชาติรอบ ๆ ตัวเราจะมีไอน้ำอยู่เสมอด้วยเสมอ
- การหาฝนเทียมจะช่วยให้ไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศเกิดการรวมตัวกันมากขึ้นจนสามารถตกลงมาเป็นฝนได้
 - น้ำจะแข็งตัวถ้าตกไว้ในบริเวณที่มีไอน้ำมาก
 - ไอน้ำที่เกิดขึ้นเกิดจากการระเหยของน้ำบนพื้นโลก

11. จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำให้ น้ำเย็นลงจนถึง 0 องศาเซลเซียส น้ำจะกลายเป็น น้ำแข็ง

- ก. อุณหภูมิที่วัดได้เมื่อน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็งเรียกว่า จุดเยือกแข็ง
- ข. เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็งปริมาตรจะเพิ่มขึ้นจึงไม่ควรบรรจุน้ำบรรจุขวดแก้วจนเต็มเกินไปในช่องแข็งของตู้เย็น
- ค. จุดเยือกแข็งของน้ำอาจมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้หากมีการเจือปนของสารบางชนิดลงไป

12. น้ำที่ใส่นั่นอาจมีสิ่งเจือปนอยู่แต่เราไม่สามารถจะมองเห็นได้

- ก. ปริมาณของสิ่งเจือปนที่แยกออกมาได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของของแข็งในน้ำนั้น
- ข. ถ้ามีสิ่งเจือปนที่ละลายได้ในน้ำเมื่อนำมาเผาจนแห้งในจานหลุมจะมองเห็นสิ่งเจือปนนั้นเหลือติดค้างอยู่
- ค. ถ้าสิ่งเจือปนที่อยู่ในน้ำสามารถระเหยได้ง่ายจะไม่ใช่วิธีการทดสอบโดยการเผาในจานหลุม

13. สารที่ทำให้ น้ำกระด้างได้แก่ แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกนีเซียมคลอไรด์และแมกนีเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

- ก. ก่อนจะนำน้ำกระด้างไปใช้เราควรแก้ความกระด้างของน้ำเสียก่อนโดยการต้มหรือเพิ่มสารเคมีบางอย่างลงไป
- ข. สารเคมีที่ทำให้ น้ำกระด้างนั้นนอกจากจะเกิดตามธรรมชาติแล้วมนุษย์ก็มีส่วนปล่อยสารเคมีเหล่านั้นลงไปไปในน้ำอีกด้วย
- ค. การซักฟอกโดยใช้ในน้ำกระด้างทำให้สิ้นเปลืองผงซักฟอกมาก

14. การทำให้น้ำสะอาดโดยการทำให้ตกตะกอนเป็นวิธีที่ง่ายมากเพราะสะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อย
- การทำให้ตกตะกอนคือการทำให้สารที่ไม่ละลายน้ำซึ่งปนอยู่ในน้ำรวมตัวกันจมลงสู่ก้นภาชนะ
 - แม้ว่าน้ำจากการทำให้สารที่ไม่ละลายน้ำตกตะกอนจะสะอาด แต่ก็ควรนำน้ำไปเพื่อการอุปโภคเท่านั้น เพราะยังมีสารบางชนิดละลายอยู่
 - ถ้าสารเคมีที่นำมาใช้ทำให้ตกตะกอนสามารถเป็นแก๊สกลางใต้อนุภาคของสารที่ไม่ละลายน้ำมาเกาะจนกลายเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การตกตะกอนก็จะเกิดไ้เร็ว
15. การกรองเป็นวิธีแยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำหรือของเหลวโดยที่สารนั้นมีขนาดใหญ่กว่ารูของสิ่งที่ใช้เป็นตัวกรอง เช่น กระดาษกรอง ผ้า ตะแกรงหรือเครื่องกรอง
- วิธีการกรองแยกสารจะกระทำก็ต่อเมื่อสารนั้นไม่สามารถละลายน้ำ
 - แม้จะพบว่า การกรองช่วยทำให้น้ำสะอาดขึ้น แต่ประสิทธิภาพของสิ่งที่ใช้เป็นตัวกรองก็ควรจะต้องควบคุมให้ได้มาตรฐาน
 - ในชนบทที่ห่างไกลโคออดิเนตวิธีการกรองเพื่อช่วยทำให้น้ำสะอาด น้ำสะอาดที่นำมาใช้สะอาดขึ้น
16. วิธีการหนึ่งที่ใช้ทำให้น้ำสะอาดและบริสุทธิ์ก็คือ การกลั่น
- ประเทศที่ขาดแคลนน้ำจืดจะใช้วิธีการกลั่นน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืด
 - การกลั่นคือ การต้มของเหลวให้กลายเป็นไอและควบแน่นเป็นของเหลว
 - สุขภาพของมนุษย์โลกน้ำกลั่นเป็นประจำอาจมีปัญหาเนื่องจากร่างกายขาดเกลือแร่ที่มีประโยชน์ได้

17. การทําน้ำประปาเป็นการทําน้ำให้สะอาดเพื่อเหมาะสมต่อการใช้ในการจิบประจำวัน
- ก. เพื่าน้ำประปาจะสะอาดแต่ก็ไม่เหมาะที่จะใช้ดื่มทันที
 - ข. สารเคมีที่ใช้ฆ่าตายเชื้อโรคในน้ำประปาคือ คลอรีน
 - ค. บริเวณที่ไม่มีน้ำประปาก็สามารถทําน้ำให้สะอาดเหมาะต่อการใช้ได้โดยการกรองหรือการแกว่งสารส้ม
18. ในปัจจุบันมีผู้ที่กำลังแ่รื่องคัมประเภทเกลือแร่กันอย่างแพร่หลาย จนธุรกิจดังกล่าวสามารถขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
- ก. การคัมแร่ของคัมประเภทเกลือแร่มาก ๆ อาจมีผลเสียต่อสุขภาพเนื่องจากไตและหัวใจของทำงานหนักยิ่งขึ้น
 - ข. แร่ของคัมประเภทเกลือแร่ เป็นแร่ของคัมที่มีส่วนผสมของเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ น้ำตาลและสารปรุงแต่งรสและกลิ่นเจือปนอยู่
 - ค. ผู้สูญเสียเหง้าเนื่องจากอาการท้องเสียหรือออกกำลังกายนาน ๆ นิยมใช้แร่ของคัมประเภทเกลือแร่ เพื่อการทดแทน
19. โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นแหล่งหนึ่งที่ทำให้น้ำเน่าเสีย
- ก. โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ น่าจะกักวิธีการกำจัดน้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานโดยทางกักักแบบสามารถนำทั้งน้ำและสิ่งเจือปนที่มากับน้ำกลับมาใช้ในโรงงานได้อีก
 - ข. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมก่อนจะปล่อยทิ้งลงสู่แม่น้ำลำคลองควรจะต้องมีข้อกักทำให้สะอาดเสียก่อน
 - ค. โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไม่ควรปล่อยน้ำเสียหรือสิ่งปฏิกูลและสารเคมีลงสู่แม่น้ำลำคลอง

20. ตารางแสดงปริมาณแบคทีเรียที่พบในเครื่องดื่มและอาหารบางชนิด ก่อนๆ 100
ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้อยกว่า 100 โคโลนี	ปริมาณ 100-10,000 โคโลนี	มากกว่า 10,000 โคโลนี
น้ำประปา น้ำอัดลม	น้ำกรอง น้ำฝน น้ำแข็งใส่น้ำชา	น้ำหวาน ไอศกรีมกระป๋อง น้ำปลา

- ก. จากข้อมูลถ้าเราจะเลือกน้ำไว้สำหรับดื่มควร เลือกน้ำประปา
- ข. จากข้อมูลเครื่องดื่มบริโภคต่าง ๆ ที่มีน้ำเป็นส่วนผสมล้วนแล้วมีจุลินทรีย์อยู่ด้วย
ทั้งสิ้น
- ค. การที่น้ำประปาและน้ำอัดลมมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าน้ำชนิดอื่น ๆ เนื่องจาก
จุลินทรีย์ถูกทำลายไปจากกระบวนการผลิตน้ำเหล่านั้น
21. สารเคมีจำพวกยาฆ่าแมลงซึ่งใช้ในกิจการ เกษตร เป็นสิ่งที่มีทั้งคุณและโทษต่อมนุษย์
- ก. ผลกระทบจากการใช้สารเคมีจำพวกยาฆ่าแมลงจะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ไม่
เฉพาะต่อสิ่งมีชีวิตเท่านั้นแต่ยังรวมไปถึงสิ่งแวดล้อมจนเป็นที่น่าวิตก
- ข. ไม่ควรใช้น้ำซึ่งมีการ เจือปนของยาฆ่าแมลงมาใช้รดผักหรือผลไม้ เพราะจะ เกิด
อันตรายอย่างร้ายแรง
- ค. ก็ ก็ ก็ เป็นสารที่มีพิษที่นำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง เมื่อถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ
จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้น้ำอย่างมาก

22. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลาและพืชล้วนแต่ต้องการก๊าซออกซิเจนสำหรับใช้ในการหายใจ
- ก. บ่อเพาะเลี้ยงปลาควรจัดให้มีเครื่องปั๊มอากาศลงในน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณของก๊าซออกซิเจนให้เพียงพอแก่ความต้องการของปลา
 - ข. เนื่องจากก๊าซออกซิเจนละลายได้ในน้ำได้จำกัดจึงต้องตระหนักถึงผลกระทบที่จะเกิดตามมารวมทั้งหาแนวทางป้องกันไว้ล่วงหน้ามิให้เกิดปัญหา
 - ค. ก๊าซออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
23. ถ้ามีสารอินทรีย์อยู่ในน้ำจำนวนมาก ๆ จะทำให้จุลินทรีย์เจริญแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว ความต้องการก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ก็จะสูงตามไปด้วย ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำลดลง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในน้ำก็จะอาศัยอยู่บริเวณนั้นไม่ได้
- ก. ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเป็นตัวบอกคุณภาพของน้ำว่าดีหรือไม่
 - ข. การที่ไม่ทิ้งขยะมูลฝอยลงในแม่น้ำลำคลองนั้น เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาเรื่องน้ำเสียลงไปได้บ้าง
 - ค. การที่สิ่งมีชีวิตอยู่ในน้ำบริเวณหนึ่งบริเวณใดไม่ได้หมายความว่าน้ำนั้นอาจจะไม่ไหลมาจากสาเหตุจากก๊าซออกซิเจนแค่เพียงอย่างเดียว แต่อาจมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าปรกติหรือปริมาณสารเคมีมีมากเกินไป

24. ค่า บี โอ ที คือปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์
ในน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในที่ที่ไม่มีแสงสว่าง เป็นเวลา 5 วัน
น้ำที่มีค่า บี โอ ที สูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรจัดว่าเป็นน้ำเสีย
- ก. ค่า บี โอ ที ของน้ำจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ
- ข. ถ้าอยากรู้ว่าน้ำบริเวณหนึ่งบริเวณใดเสียหรือไม่ก็นำน้ำบริเวณนั้นมาทดสอบ
ค่า บี โอ ที
- ค. การตรวจคุณภาพของน้ำโดยวิธีหาค่า บี โอ ที นั้นไม่เหมาะในการนำไปใช้
เพราะต้องใช้เวลาถึง 5 วัน ดังนั้นจึงควรใช้วิธีอื่น
25. จากการสำรวจสภาพน้ำในแหล่งน้ำชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าค่า
บี โอ ที ของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ
- ก. การที่ค่า บี โอ ที ของน้ำเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ นั้นแสดงว่ามีสารอินทรีย์ในน้ำ
มาก ซึ่งสาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากการทิ้งขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลลงในแหล่งน้ำ
อยู่เสมอ
- ข. น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและจากโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ริมแหล่งน้ำควรปล่อยลง
บ่อพักเสียก่อนที่จะปล่อยออกทิ้ง
- ค. รัฐบาลควรควบคุมดูแลเกี่ยวกับการปล่อยน้ำเสียทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม
อย่างจริงจังและทอเนื่องโดยจกส่งเจ้าหน้าที่คอยออกตรวจตราและดูแลอย่าง
ใกล้ชิด

26. สารปรอทเป็นอันตรายต่อระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ โดยทำให้กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย หมกแรงแและถ้าร่างกายสะสมไว้ปริมาณ 0.05 กรัม จะทำให้ตายได้
- โรคมินามาตะ เป็นโรคที่เกิดจากการได้รับสารปรอทเข้าสู่ร่างกาย ผู้ป่วยเป็นโรคนี้จะมีอาการป่วยทางสมอง ทำให้ทรงตัวและพูดไม่ได้
 - โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตสารเคมีจะต้องหาวิธีการควบคุมคุณภาพของน้ำทิ้งที่จะปล่อยออกจากโรงงาน
 - สารปรอทนั้นมิใช่จะอยู่ในน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดเท่านั้น ในสินค้าบางชนิดก็มีสารปรอทอยู่ด้วย ซึ่งทุกคนจะต้องรู้และพยายามหาทางหลีกเลี่ยง
27. เหมืองแร่ เป็นสถานที่อีกแห่งหนึ่งที่ทำให้น้ำเสีย
- น้ำทิ้งจากการทำเหมืองแร่ควรมีบ่อพักน้ำไว้ให้ตกตะกอนเสียก่อนที่จะปล่อยออกทิ้ง
 - เหมืองแร่ที่ขุดบนพื้นดินน่าจะก่อให้เกิดมลภาวะมากกว่า เหมืองแร่ที่ทำใ้ใ้ท้องทะเล
 - น้ำที่ปล่อยออกจากเหมืองแร่ขุ่น เพราะมีตะกอนหินทรายปะปนมากับ
28. สารประกอบฟอสเฟต เป็นปุ๋ยเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่งของพืช เพราะช่วยบำรุงดอกและผล
- ถ้าสารฟอสเฟตละลายอยู่ในน้ำจนมีความเข้มข้นพอเหมาะจะทำให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
 - เราไม่ควร เทน้ำที่มีผงซักฟอกลงใน แม่น้ำลำคลอง เพราะมีสารประกอบที่ช่วยให้พืชน้ำเจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก
 - ควรจะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผงซักฟอกเสียใหม่โดยใส่สารอื่นแทนสารฟอสเฟต เพื่อจะช่วยให้ช่วยลดปริมาณสารฟอสเฟตในน้ำให้น้อยลง

29. น้ำมันหล่อลื่น เครื่องยนต์ เมื่อไหลลงสู่หม้อน้ำล้นลงจะทำให้เกิดการ เบ้า เสีย
- น้ำมันหล่อลื่นไม่ละลายน้ำจะปกคลุมผิวหน้าทำให้ก๊าซออกซิเจนไม่สามารถละลาย น้ำได้
 - ถ้าหากกรรมวิธีในการซุกเจาะและการขนถ่ายน้ำมันในอ่าวไทยเราขาดประสิทธิภาพในไม่ช้าคราบน้ำมันก็จะก่อให้เกิดปัญหาแก๊สขาวประมงและ หากทรายตามชายฝั่งทะเล เกิดความสกปรก ก็นั่นจึงควรระมัดระวัง เป็น อย่างมากในสิ่ง เหล่านี้
 - น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วควร เมาทิ้งหรือนำกลับ ไปปรับปรุงคุณภาพให้กลับมาดี ใหม่นำใช้งานใหม่
30. การขาดความสำนึกและรู้เท่าไม่ถึงการณ์เกี่ยวกับอันตรายที่อาจจะ เกิดจากภาวะน้ำ เสีย ทำให้ปัญหา น้ำเสียทวีความรุนแรงและแพร่ขยายไปมากขึ้น
- ในอนาคตมนุษย์อาจจะต้องซื้อหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคและบริโภคด้วยราคา ที่แพงและยากลำบากขึ้นเรื่อย ๆ
 - ควรได้มีการช่วยกันดูแลรักษาแหล่งน้ำและใช้น้ำอย่างถูกวิธีโดยไม่ทิ้งสิ่งปฏิกูล ต่าง ๆ ลงในแหล่งน้ำและคอยตรวจตราผู้กระทำผิด
 - การทิ้งสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน สิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรมและสิ่งปฏิกูล จากการ เกษตรกรรมลงสู่แหล่งน้ำเป็นสา เหตุหนึ่งที่ทำให้ เกิดปัญหา น้ำเสีย

ประวัติของบุญวิจัย

ชื่อนายสาธิต นามสกุล ทองตัน

วันเกิด วันที่ 9 เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2505

สถานที่เกิด อำเภออุทุมพรพิสัย จังหวัดศรีสะเกษ

สำเร็จการศึกษา
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จากโรงเรียนอุทุมพรพิสัย ปีการศึกษา 2517
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนกำแพง ปีการศึกษา 2520
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนราชวินิตบางแก้ว ปีการศึกษา 2522
 ปริญญาการศึกษามัธยมศึกษา (ศษ.บ.) วิชาเอก เคมี-ชีวะ จาก
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2526
 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิชาเอกการมัธยมศึกษา
 (การสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร ปีการศึกษา 2532

หน้าที่การงาน
 ค่ำรงตำแหน่ง อาจารย์ 1 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียน
 กัมทรลักษวิทยา อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ

ที่อยู่ปัจจุบัน
 บ้านเลขที่ 86/1 ถนนเพ็ชรพจนกิจ อำเภออุทุมพรพิสัย จังหวัดศรีสะเกษ