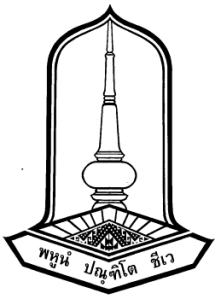


การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

การศึกษาค้นคว้าอิสระ

ของ

สุรัตน์ แนวโอโล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

เมษายน 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

การศึกษาค้นคว้าอิสระ

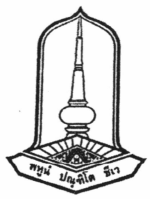
ของ

สุรัตน์ แนวโอโล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

เมษายน 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระของ นายสุรัตน์ แนวโอโล แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

.....	ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.พิศมัย ศรีอำไพ)	(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ศิริพร พึ่งเพ็ชร์)	(อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ)
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล)	(อาจารย์บัณฑิตศึกษาภายนอกภาควิชา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....	.....
(รศ.ดร.ประวิต เอราวรรณ์)	(ศ.ดร.ปรีชา ประเทพา)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์	ผู้รักษาการคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
	วันที่ 24 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2556

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากอาจารย์ ดร.ศิริพร พึ่งเพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ รองศาสตราจารย์ ดร.พิศมัย ศรีอำไพ ประธานกรรมการสอบ และ อาจารย์ ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล กรรมการสอบ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยดีตลอดมา อาจารย์วารุณี อินทรบำรุง โรงเรียนสตรีชัยภูมิ อาจารย์วิยะดา ธีร์รัตน์คุณากร โรงเรียนบ้านค่ายวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ และอาจารย์สว่าง ศรีสมบูรณ์ โรงเรียนภูแลนคาวิทยายน อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้อำนวยการวีรยุทธ ปรุงชัยภูมิ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน คณะครู อาจารย์โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และร่วมมือ ในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริม เป็นกำลังใจจนประสบแต่ความสำเร็จ ความเจริญ

สุรัตน์ แนวโอโล

ชื่อเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
ผู้ศึกษาค้นคว้า นายสุรัตน์ แนวโอโล
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ศิริพร พึ่งเพ็ชร์
ปริญญา กศ.ม. **สาขาวิชา** หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2556

บทคัดย่อ

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการส่งเสริมผู้เรียนให้มีการพัฒนาวิธีคิด แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมความคิดอย่างมีอิสระ การจัดระบบความรู้ ความเข้าใจผ่านการประมวลความรู้ของผู้เรียน ทำให้เกิดภาพรวมที่ชัดเจน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมาย (1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน จำนวน 38 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.93 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94 และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายรายข้อ (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.82 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมุติฐานใช้ t-test (One Samples)

ผลการศึกษาปรากฏ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/77.58

2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.6194 หรือคิดเป็นร้อยละ 61.94

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียน สูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุป การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 75 อีกทั้งแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษา นำไปปรับปรุง แก้ไข ประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความสามารถของแต่ละคนเพื่อให้นักเรียนบรรลุผลตามความมุ่งหมายของรายวิชาที่วางไว้

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ 1
ภูมิหลัง 1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 4
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า 4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า 4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 5

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 8
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 13
ผังมโนทัศน์ 21
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 30
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ 37
ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ 40
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ 41
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 54
งานวิจัยในประเทศ 54
งานวิจัยต่างประเทศ 61

3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 63
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 63
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 63
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 64
การเก็บรวบรวมข้อมูล 72
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 73
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 74

บทที่ **หน้า**

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 79
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 79
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 79
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 79

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 83
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 83
สรุปผล 83
อภิปรายผล 84
ข้อเสนอแนะ 87

บรรณานุกรม 88

ภาคผนวก 97
ภาคผนวก ก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 98
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 127
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในการเก็บรวบรวมข้อมูล 144
ภาคผนวก ง หนังสือราชการ 159
ภาคผนวก จ ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 165

ประวัติย่อของผู้ศึกษาค้นคว้า 167

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมชี้วัด 54
2 ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเรื่อง สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ 65
3 แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบ 69
4 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน พฤติกรรมชี้วัดและ
จำนวนข้อสอบ 71
5 แบบแผนการทดลอง One Group Pretest Posttest 72
6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) 80
7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) 81
8 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะ 7
หาความรู้ขั้น (E_1/E_2) และหลังเรียน 81
9 ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น 82
10 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสมผสานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 82
11 สรุปผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ เรื่อง สารละลาย 145
12 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) 147
13 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ
กับพฤติกรรมชี้วัด (IC) 149
14 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B-Index) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc})
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย
วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 151
15 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นผสมผสาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 152
16 คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน พฤติกรรมการเรียน การทดสอบย่อย คะแนนเฉลี่ย
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และร้อยละตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 153
17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนและหลังเรียน 157

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย 106
2 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย 108

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2552 : 92)

การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ. 2552 – 2561) มีเป้าหมายที่จะทำให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพภาย โดยเน้นประเด็นหลักคือคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาและการเรียนรู้ของคนไทย เป้าหมายแรกคือ คนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและได้มาตรฐานระดับสากล ตัวบ่งชี้ของเป้าหมายแรกคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาหลักจากการทดสอบระดับชาติมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 50 และผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (ผลการทดสอบ PISA) (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา. 2552 : 2) แต่ปัจจุบันการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ประสบปัญหาหลายประการไม่ว่าจะเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาทฤษฎีมากกว่าการที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้เมื่อผู้เรียนไปพบสภาพปัญหาที่แตกต่างจากในห้องเรียนจึงไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ ส่งผลให้เกิดปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน ปีการศึกษา 2553 – 2554 โดยมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 26.70 และ 24.02 ตามลำดับ ขณะที่คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ 30.90 และ 27.90 ตามลำดับ (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30. 2555 : 3) และจากรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน ภาคเรียนที่ 1 – 2 ปีการศึกษา 2554 ในรายวิชาเคมี พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 62.27 และ 64.75 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 (โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน. 2555 : 3 – 5) จากการตรวจสอบเนื้อหาที่มีมีปัญหามากที่สุดคือ เรื่องสารละลาย ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จ มีสาเหตุมาจาก 3 ด้าน คือ ด้านครูผู้สอน พบว่าพฤติกรรมและเทคนิควิธีสอนของครูไม่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ครูขาดเทคนิควิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยครูใช้รูปแบบการสอนแบบสาธิตและ

การบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ใช้สื่อนวัตกรรมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่หลากหลาย ด้านผู้เรียน พบว่าไม่สนใจใฝ่เรียนรู้ในกิจกรรมการเรียน ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และขาดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ด้านหลักสูตร พบว่าเนื้อหาส่วนใหญ่ในเรื่องสารละลาย เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ผ่านกระบวนการทดลอง เกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้จากกิจกรรมการทดลอง ประกอบกับเนื้อหาของวิชาเคมีเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเข้าใจยาก ต้องอาศัยสัญลักษณ์ต่างๆ ในรูปสูตรและสมการเคมี ในการอธิบายความรู้และมโนทัศน์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานทางเคมีที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน. 2555 : 3) ดังนั้น ในการเรียนวิชาเคมี ครูต้องเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ต่างๆ ในวิชาเคมี เนื่องจากถ้าผู้เรียนขาดความเข้าใจมโนทัศน์ที่เรียนจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจมโนทัศน์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันได้ (พวงลดา วรสาร. 2548 : 2)

จากสาเหตุของปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพคือ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทดลองให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานจัดเป็นส่วนสำคัญในการผลักดันให้เยาวชนของชาติมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของธรรมชาติที่อยู่รอบตัว ทำให้เกิดความกระตือรือร้น เกิดความอยากรู้อยากเห็น และเกิดการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จนสามารถเกิดการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของประเทศได้ในอนาคต การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยผู้เรียนได้เป็นผู้ดำเนินการออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลและดำเนินขั้นตอนในการทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนดมีระบบในการทำงาน ย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดความกระตือรือร้นที่จะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมและสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เกิดการเรียนรู้ที่สามารถใช้วิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่พบเห็นได้อย่างมีเหตุผล (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2551 : 4 – 5)

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาทฤษฎีและกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่สามารถนำมาจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจคือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีบทบาทร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนรู้ อยากเห็น คิดตามและลงมือปฏิบัติ เกิดกระบวนการเรียนรู้ (Process of Leaning) ที่แท้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการพัฒนาขึ้นตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหาสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า (ทิศนา แขมมณี. 2553 : 141) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้นำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นเร้าความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบาย และขั้นประเมินผล มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน แล้วพบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ปัจจุบันการสอบแบบสืบเสาะ 5 ขั้น ถูกปรับเป็น 7 ขั้น คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation

Phase) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) (ประสาท เนืองเฉลิม. 2550 : 25 – 30)

กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อีกวิธีหนึ่งที่จะให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับข้อมูลที่มีอยู่เดิม ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา (Meaningful Learning) เทคนิคการเสนอเนื้อหาเป็นแผนภาพ (Graphic Organizer) หรือการใช้ผังมโนทัศน์เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยจัดระบบข้อมูลใหม่ให้เป็นระเบียบง่ายต่อการใส่ใจ สามารถเชื่อมโยงและดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างความรู้เดิมในความจำระยะยาวและสามารถเรียกคืนเมื่อต้องการใช้ได้ง่ายและถูกต้องซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้ยอมรับเทคนิคนี้สามารถพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูงได้ (ทิศนา แขมมณี. 2546 : 48 – 49) ผังมโนทัศน์เป็นผังที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างน้อย 2 มโนทัศน์เข้าด้วยกันอย่างมีลำดับขั้น หรือเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่เข้ากับโครงสร้างของความรู้เดิมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์เข้าด้วยกันอย่างมีความหมายและเก็บผังความรู้นั้นไว้ในหน่วยความจำระยะยาวทำให้ความรู้นั้นมีความคงทนต่อไป (กรมวิชาการ. 2545 : 6) จากผลการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น อยู่ในระดับมาก (กนกอร รัตนธนากาญจน์. 2554 : 90) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (วนิดา สุขสมโสด. 2552 : 96) นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนผังความคิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ย ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (สุกัญญา วิเศษทักษิณ. 2554 : 90) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตื่นเต้นและสนุกกับการเรียนรู้ เพราะได้ศึกษาค้นคว้าทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ได้เขียนหนังสือน้อยลงได้ใช้สีระบายคล้ายการวาดภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากขึ้น (เบญจวรรณ สวัสดิรักษ์. 2554 : 93)

จากความสำคัญของวิทยาศาสตร์ การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ตลอดจนผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่า สามารถนำมาใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ให้กับผู้เรียนได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น น่าจะเป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่ฝึกให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ รู้จักใช้กระบวนการคิด โดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากที่สุด มีความกระฉับกระเฉง กระตือรือร้นในการเรียน มีความอยากรู้ อยากเห็น รู้จักแสวงหาความรู้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างความคิดรวบยอดเป็นผังมโนทัศน์ได้ ซึ่งจะส่งผลให้

ผู้เรียนจดจำความรู้ได้คงทน รวมทั้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ศึกษาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานกับเกณฑ์ร้อยละ 75

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อ สารละลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 75

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้สนใจนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระอื่นๆ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 จำนวน 3 ห้องเรียน (ม.5/1– ม.5/3) จำนวน 103 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร เรื่องสารละลาย

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาค้นคว้าทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ระหว่างเดือน พฤศจิกายน – ธันวาคม 2555

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น หมายถึง กระบวนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเองโดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) และมีการนำเทคนิคการเขียนแผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) มาใช้โดยในขั้นที่ 6 คือขั้นประเมินผลให้นักเรียนสังเคราะห์ความคิดรวบยอด จากกระบวนการเรียนรู้เป็นองค์ความรู้ของตนเองสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้โดยการเขียนออกมาเป็นแผนภาพหรือแผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) เพื่อเป็นการสรุปผลการเรียนรู้แบบองค์รวม กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ประกอบด้วย 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) 2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) 3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) 4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) 6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพในด้านประสิทธิภาพของกระบวนการ และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ซึ่งต้องเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

เกณฑ์ 75 ตัวแรก คือประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) หมายถึง คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนคิดเป็นร้อยละโดยวัดจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน การประเมินพฤติกรรมการเรียน และการทดสอบย่อย ซึ่งจะต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยกำหนดสัดส่วนในการให้คะแนน เป็น 60 : 20 : 20 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน ร้อยละ 60 ได้จากการประเมินการใบงานการทดลอง การประเมินใบงาน การประเมินผังมโนทัศน์

การประเมินพฤติกรรมการเรียน ร้อยละ 20 ได้จากความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น

การทดสอบย่อยในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ร้อยละ 20

เกณฑ์ 75 ตัวหลัง คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) หมายถึง คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนคิดเป็นร้อยละโดยวัดจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ซึ่งจะต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

3. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ค่าที่แสดงความก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ซึ่งคำนวณได้จากการหาความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลอง และการทดสอบหลังการทดลองด้วยคะแนนสูงสุดที่สามารถทำเพิ่มขึ้นได้

4. ผังมโนทัศน์ หมายถึง เทคนิคการจัดระเบียบความรู้ข้อมูลและเรื่องราวต่างๆ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกรอบความคิดความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้เส้นเชื่อมโยงและใช้คำแสดงลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อยอย่างมีลำดับขั้นเพื่ออธิบายขอบเขตความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่เข้ากับโครงสร้างของความรู้เดิมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์เข้าด้วยกันอย่างมีความหมายและเก็บผังความรู้นั้นไว้ในหน่วยความจำระยะยาว ทำให้ความรู้นั้นมีความคงทน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง กระบวนการวัดผลการศึกษาว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใดหลังจากเรียนในเรื่องนั้นๆ ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เน้นความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิด แสวงหาความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นทักษะทางความคิดที่มีขั้นตอน เป็นเหตุเป็นผลที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่ๆโดยเกิดจากการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีทางวิทยาศาสตร์ และต้องใช้ทักษะการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อนประกอบกัน สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) ซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้ 1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

4. ทักษะการทดลอง 5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
   - 2.1 ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
   - 2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   - 2.3 หลักจิตวิทยาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   - 2.4 ขั้นตอนกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
   - 2.5 ประโยชน์และข้อดีของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
3. ผังมโนทัศน์
   - 3.1 ความหมายและลักษณะของผังมโนทัศน์
   - 3.2 การสร้างมโนทัศน์
   - 3.3 ส่วนประกอบของผังมโนทัศน์
   - 3.4 ประเภทของผังมโนทัศน์
   - 3.5 แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับผังมโนทัศน์
   - 3.6 ประโยชน์ของผังมโนทัศน์
4. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
   - 4.1 ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
   - 4.2 ความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
   - 4.3 องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
   - 4.4 ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
5. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้
6. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
   - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552 : 4) มีหลักการและแนวทางในการจัดการศึกษา ดังต่อไปนี้

1.1 หลักการเพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามแนวนโยบาย

การจัดการศึกษาของประเทศ จึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ดังนี้

1.1.1 เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

1.1.2 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกัน โดยสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา

1.1.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ

1.1.4 เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลาและการจัดการเรียนรู้

1.1.5 เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

1.2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังต่อไปนี้

1.2.1 เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์ดังต่อไปนี้

1.2.2 มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า

1.2.3 มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะและศักยภาพในการจัดการ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีการคิด วิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์

1.2.4 มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะในการดำรงชีวิต

1.2.5 รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี

1.2.6 มีประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภค มีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่าเป็นผู้บริโภค

1.2.7 เข้าใจในประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.2.8 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปวัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาสิ่งแวดล้อม

1.2.9 รักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคม

2. ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็น

สังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

3. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2545 : 1 – 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการสังเกต การสืบเสาะหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ และการศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบของมนุษย์เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือองค์ความรู้ใหม่ๆ ที่จะใช้เป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงาน และการพัฒนางานด้านเทคโนโลยี ที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้ในการสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

4. เป้าหมายและวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นภายใต้กรอบแนวคิดเรื่องการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 คือ

4.1 หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิด และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ มีความยืดหยุ่น หลากหลาย

4.2 หลักสูตรต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัด และความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4.3 ผู้เรียนทุกคนต้องได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและคิดค้นสร้างองค์ความรู้

4.4 ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในโรงเรียน

4.5 ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

4.6 การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่สุดที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

4.7 การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดความสงสัย เกิดคำถามใหม่ๆ มีความมุ่งมั่นแลมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อคำถามคำตอบข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น

3. ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจเล็งเห็นถึงความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มีความมุ่งมั่น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ ความสนใจ ความถนัด แตกต่างกัน

4. การจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อเข้าใจซาบซึ้งและเล็งเห็นความสำคัญของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของโลก สิ่งแวดล้อม ตลอดจนเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้และสื่อสาร ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมดแบบองค์รวม สร้างความรู้เป็นของตนเอง เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ จินตนาการและศาสตร์อื่นๆ ร่วมด้วยสามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

5. คุณภาพของผู้เรียน

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลในการสังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัว ตั้งคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษา ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง มีการวางแผนและลงมือปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบกระบวนการที่หลากหลาย จากแหล่งเรียนรู้ที่สากลและท้องถิ่น คิดและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปใช้ในการตอบคำถาม หรือแก้ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่องค์ความรู้ แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ แล้วสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้หรือองค์ความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และเกิดการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณธรรม และค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (กรมวิชาการ. 2545 : 5)

คุณภาพของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อจบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี

5.1 เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

5.2 เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรง และการเคลื่อนที่พลังงาน

5.3 เข้าใจโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรทางธรณี ดาราศาสตร์ และอวกาศ

5.4 ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากกลายและจากเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้

5.5 เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน

5.6 มีเจตคติที่ดีหรือจิตวิทยาศาสตร์

5.7 มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

6. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

6.1 สาระในองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6.2 มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนียวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายนอกโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี่ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้การสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2544 : 219) ได้ให้ความหมายว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่ไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนไม่เพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้อย่างมีความหมาย สามารถสร้างองค์ความรู้เป็นของนักเรียนเองได้ และเก็บความรู้ไว้ในสมองอย่างยาวนาน การที่จะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่าสืบเสาะหาความรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 56 – 57) ให้นิยามการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเน้นการปฏิบัติจริงมากที่สุด วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลวิธีการสอนที่สำคัญต่อการเรียนการสอน ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของแนวสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) เป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเองความรู้ที่ได้จะถาวรอยู่ในความจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จึงหมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ที่ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครูเป็นผู้ที่อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้ จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 137) ให้นิยามการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้สึก หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2545 : 1 – 7) ได้สรุปว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนหนึ่งที่เน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และการที่นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้มากกว่าความรู้โดยการทดลองเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 13) ให้ข้อสรุปว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการเรียนการสอน โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้และการเรียนจากกลุ่ม จัดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร (Learning Cycle) หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)

สรุปกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสามารถตรวจสอบความรู้เดิมและรู้จักค้นคว้าหาความรู้ใหม่โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลอย่างเป็นระบบจนค้นพบความรู้และสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมภายใต้ ทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนรู้เอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Leaning) ที่แท้จริงของผู้เรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือผู้เรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 68 – 69) ได้สรุปทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กจากแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ของเพียเจต์ ว่าปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิด คือการที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปะทะสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิดมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เด็กจะเป็นผู้ที่พยายามศึกษาสำรวจโลกของตัวเองทั้งที่เป็นวัตถุสิ่งของและบุคคล จากการที่เด็กได้มีโอกาสปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบข้างทำให้เด็กเกิดความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม และมีพัฒนาการต่อไปเรื่อยๆ จนในที่สุดสามารถคิดเป็นนามธรรมได้

แนวคิดของเพียเจต์ แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีการเรียนได้แตกต่างกันตามความสามารถของแต่ละบุคคล ในขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาต่างๆ หลักการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์ มีดังนี้

1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ตามความสามารถทางสติปัญญา

2. มโนมติหนึ่งๆ อาจแบ่งได้หลายระดับตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา

3. การพัฒนาสติปัญญาเกิดขึ้นได้โดยการปรับโครงสร้างความคิด ให้อยู่ในสภาวะสมดุลโดยพยายามเพิ่มพูนสติปัญญา

4. การสอนของครูควรให้ผู้เรียนได้พบปัญหา ใช้ความคิดแก้ปัญหา ทดลองแก้ปัญหาและหาเหตุผลที่ใช้สำหรับวิธีการแก้ปัญหา

สำลี ทองธิว (2545 : 95) ได้สรุปทฤษฎีการประมวลความรู้ใหม่จากประสบการณ์ การเรียนรู้เดิมของ วีกอสกี้ (Vygotsky) ว่าประสบการณ์และความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนมีอยู่เป็นเรื่องสำคัญ ครูจะต้องพยายามศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจให้ได้ก่อน ต่อจากนั้นจึงออกแบบวิธีสอนที่สามารถช่วย ให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งที่ยังไม่รู้ในขั้นต่อไปได้ เป็นความพยามหาทั้งความรู้พื้นฐานของผู้เรียน และหาความ แตกต่างระหว่างสิ่งที่ผู้เรียนรู้แล้วกับสิ่งที่ยังไม่รู้โดยครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ (Scaffold Facilitator) ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นผู้ให้ความรู้และไม่ให้ความช่วยเหลือมากไปกว่าที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียน สามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างอิสระ

สุวัฒน์ ทับทิมเจือ (2549 : 109) ได้สรุปทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของกานเย่ ว่า การจัดการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองและก่อนที่จะเริ่มสอนควรมีการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเป็นพื้นฐานในการหาความรู้ใหม่ต่อไป กานเย่ได้วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้และแบ่งลำดับขั้นของ การเรียนรู้ออกเป็น 8 ขั้น ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยสัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้ชนิดที่ง่ายที่สุด และอยู่ ในระดับต่ำที่สุด ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถบังคับพฤติกรรมนี้ได้ เป็นการเรียนรู้โดยกระบวนการวางเงื่อนไข แบบดั้งเดิม ซึ่งเกิดจากสิ่งเร้าและการทำซ้ำๆ มีปฏิกิริยาตอบสนองซึ่งเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

2. การเรียนรู้แบบตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus-Response Learning) เป็นการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับปฏิกิริยาตอบสนอง แตกต่างกับการเรียนรู้ชนิดแรก เพราะผู้เรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมได้ เป็นไปอย่างรู้ตัว เป็นการตอบสนองการเรียนรู้เนื่องจากได้รับ การเสริมแรง

3. การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining) เป็นการเรียนรู้โดยอาศัยการเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับปฏิกิริยาตอบสนองติดต่อกันเป็นลูกโซ่ เป็นการใช้พฤติกรรมในขั้นที่ 2 อย่างน้อย 2 พฤติกรรมขึ้นไปมาประกอบกันเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ การเคลื่อนไหว การฝึกทักษะที่ไม่ต้องใช้ภาษาพูด

4. การเรียนรู้โดยใช้ภาษา (Verbal Association) การเรียนรู้ ประเภทนี้มีลักษณะ คล้ายพฤติกรรมขั้นที่ 3 เป็นการใช้ภาษาอย่างต่อเนื่อง

5. การเรียนรู้โดยการจำแนก (Discrimination Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เด็ก สามารถเห็นความแตกต่างของสิ่งของประเภทเดียวกัน ซึ่งอาจเป็นการเรียนรู้ทางด้านการเคลื่อนไหว หรือ ทางด้านภาษาก็ได้

6. การเรียนรู้มโนทัศน์ (Concept Learning) เป็นความสามารถของผู้เรียนที่มองเห็นความเหมือน ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีการตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ในลักษณะเป็นกลุ่ม

7. การเรียนรู้หลักการ (Principle Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรวมหรือเชื่อมโยงมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์เข้าด้วยกัน สามารถตั้งกฎเกณฑ์และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ กัน

8. การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการรวมกฎเกณฑ์ต่างๆ เข้าด้วยกันและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ เป็นการแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน

จากทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่าพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนมีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่หรือสิ่งใหม่ที่ยังไม่รู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดให้นักเรียนได้ค้นพบปัญหา ได้ใช้ความคิดในการแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

3. หลักจิตวิทยาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูจะต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยา ในการจัดกิจกรรม เพื่อให้การจัดกิจกรรมนั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ ซึ่งนักการศึกษาได้สรุปหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530 : 64) ได้สรุปหลักทางจิตวิทยา ซึ่งสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามีอยู่ 3 ประการคือ

1. เด็กจะเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้นๆ ดีกว่าจะให้เด็กรู้โดยการบอกเล่า

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อมีสถานการณ์ยั่วยุให้เด็กอยากจะเรียน ไม่ใช่การบังคับ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะสร้างสถานการณ์ให้เกิดการเรียนรู้

3. การให้ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้ความคิดพิจารณาจะช่วยให้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการพัฒนาสมรรถภาพของสมองชั้นสูง

สุพจน์ ศุภกุล (2537 : 155 – 159) ได้สรุปหลักการทางจิตวิทยาที่ครูวิทยาศาสตร์ควรคำนึงมี ดังนี้

1. จะต้องคำนึงถึงธรรมชาติของเด็ก ได้แก่ เด็กเป็นนักสำรวจ ในการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้โอกาสเด็กได้สำรวจ ชอบเรียนรู้ด้วยกระทำ เด็กแสดงปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อม โดยชอบซักถาม มีจินตนาการ ปรารถนาที่จะมีส่วนร่วมในการวางแผนและทำกิจกรรม

2. จะต้องนำความรู้เรื่องพัฒนาการของเด็กมาใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสถานการณ์และกิจกรรม เพื่อให้ได้รับประสบการณ์และเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มที่ พัฒนาการดังกล่าวได้แก่ ความสนใจระยะสั้น ความอยากรู้อยากเห็น การชอบทำงานเป็นกลุ่ม ชอบการแข่งขันและความสนุกสนาน ชอบเล่น ชอบเปลี่ยนอิริยาบถ

3. ครูต้องคำนึงถึงจิตวิทยาการศึกษา ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความพร้อมความรู้เกี่ยวกับการจูงใจ ความรู้เกี่ยวกับเจตคติ และความรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล

4. ครูควรคำนึงถึงหลักการเรียนรู้ ได้แก่ ให้เรียนรู้โดยการปฏิบัติ ให้เรียนรู้ โดยการสังเกต ให้เรียนรู้โดยการกระทำซ้ำ ๆ ให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการหยั่งเห็น การเรียนรู้จากส่วนรวมไปหาส่วนย่อย

5. ครูควรนำกฎการเรียนรู้มาใช้ ได้แก่ กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ คือ กฎแห่งผล (Law of Effect) กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) และกฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse)

จากหลักจิตวิทยาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดี หากได้รับสถานการณ์ยั่วยุให้อยากเรียน และได้เกี่ยวข้องหรือได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงธรรมชาติของเด็ก พัฒนาการความพร้อม หลักการเรียนรู้ และกฎการเรียนรู้

4. ขั้นตอนกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา ชื่อ โรเบิร์ต คาร์พลัส (Robert Karplus) เป็นผู้เสนอการสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้ในระดับประถมศึกษา เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยลดความเบื่อหน่ายของการเรียนในห้องเรียน ได้มีกลุ่มนักการศึกษานำวิธีการสอนนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย มีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนแตกต่างกัน ต่อมานักศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาชีววิทยา และได้เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมไว้ 5 ขั้นตอน ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งจะเริ่มต้นจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียน และจบลงโดยการประเมินผล ผลที่ได้ก็จะถูกนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนในครั้งต่อไปจึงนิยมเรียกการสอนแบบนี้ว่าเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ และในบางครั้งการเรียนการสอนด้วยวิธีดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ หรือช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆ จนอาจเรียกว่า เป็นการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 11) ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft ได้ขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นเป็น 7 ขั้น ซึ่งเพิ่มขึ้นมาอีก 2 ขั้น คือ (1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) เป็นขั้นที่ผู้สอนตั้งคำกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อผู้สอนจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไหร่ จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง (2) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ผู้สอนจะเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ (ประสาท เนืองเฉลิม. 2550 : 26)

สุวัฒน์ มุทธเมธา (2523 : 218) ได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. Observation ผู้เรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหา พยายามนำความคิดรวบยอดมาแปลความหมาย ทำความเข้าใจจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการณ์อันเป็นปัญหานั้น

2. Explanation ขั้นอธิบาย ผู้เรียนจัดโครงสร้างความคิดตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบาย คิดทบทวนหรือทำความเข้าใจปัญหานั้นๆ ให้ชัดเจน เปลี่ยนแปลงโครงสร้างความคิดหลายรูปแบบเพื่ออธิบายทำความเข้าใจปัญหา

3. Prediction ขั้นพยากรณ์ เมื่อจัดโครงสร้างความคิดหลายๆ รูปแบบเพื่ออธิบายปัญหาแล้วมองเห็นแนวทางความเข้าใจ สามารถทำนายหรือพยากรณ์ได้ว่าเมื่อเป็นเช่นนั้นผลจะเป็นเช่นไร

4. Control ขั้นควบคุม สามารถทำความเข้าใจได้ แก้ปัญหาได้สามารถคิดกว้างไกลออกไปในการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง คิดสร้างสรรค์ นำไปใช้ในสภาพการณ์ต่างๆ ไม่จำกัด อยู่เพียงการแก้ปัญหาได้ หรือพอใจแต่เพียงการแก้ปัญหาเท่านั้น

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 19) ได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

1.1 จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตสงสัยในเหตุการณ์

1.2 กระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา

1.3 กระตุ้นให้ระบุที่มาของปัญหา

ขั้นที่ 2 กำหนดสมมติฐาน

2.1 ตั้งคำถามให้นักเรียนระดมความคิด

2.2 ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่คิดว่าน่าจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

2.3 ช่วยกันคิดหาที่มาของปัญหา

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูล

3.1 มอบให้นักเรียนไปค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารหรือข้อมูลอื่นๆ

3.2 ให้นักเรียนวิเคราะห์ประเมินว่าข้อมูลเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 4 ทดสอบสมมติฐาน ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาร่วมอภิปราย เพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

ขั้นที่ 5 สร้างข้อสรุป ให้นักเรียนสรุปว่าปัญหานั้นมีข้อสรุปหรือคำตอบอย่างไร อาจสรุปอยู่ในรูปรายการหรือเอกสาร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 219 – 220) ได้เสนอวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยขั้นตอนที่สำคัญที่ครูยึดนำไปสอนจริง 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ต้อง การศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ผู้สอนอาจจะให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และผู้เรียนโดยส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่จะต้องศึกษาร่วมกัน กำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะต้องศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่น่าสนใจยิ่งขึ้นและเป็นแนวทางที่จะสำรวจตรวจสอบที่หลากหลาย

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เพื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่จะสนใจอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาเพื่อข้อมูลต่างๆ อย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การบรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ รูปวาดสร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใด ก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดความเข้าใจได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้ โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่า มีความถูกต้องหรือสอดคล้องมากน้อยเพียงใด

Eisenkraft (ประสาท เนืองเฉลิม. 2550 : 25-30 ; อ้างอิงมาจาก Eisenkraft. 2003 : 56 – 59) ได้เสนอรูปแบบสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้นโดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง การสอนตามแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นเป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนจะทำให้ผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Eisenkraft มีเนื้อหาสาระดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมทองถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียน และยังสามารถวางได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของผู้เรียน หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาผู้นักเรียน หรืออาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ผู้สอนเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้ผู้เรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบในขั้นต่อไป

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ อาจทำได้หลายวิธีเช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาแล้ว ก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นได้หลายทาง เช่นสนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมผู้สอนควรส่งเสริม ให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า ผู้เรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆได้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่นอกจากนี้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ขั้นนี้ผู้สอนต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ผู้สอนเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

สรุปกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ประกอบด้วย 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) 2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) 3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) 4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) 6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

5. ประโยชน์และข้อดีของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 136) กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบเสาะหาความรู้ มีประโยชน์ดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและสนุกสนานกับการเรียนรู้

4. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 332) กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน

2. ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา

3. ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนมติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. ผู้เรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนวิทยาศาสตร์

สรุปการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นเป็นกระบวนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้จดจำได้นาน อีกทั้งจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนวิทยาศาสตร์

ผังมโนทัศน์

1. ความหมายและลักษณะของผังมโนทัศน์

นักการศึกษาได้อธิบายความหมายและลักษณะของผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

มนัส บุญประกอบ (2533 : 26 – 29) ได้ให้ความหมาย ผังมโนทัศน์ว่าเป็นแบบอย่างหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมโนทัศน์ด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงที่เหมาะสม ทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากมโนมตินั้น เป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

สนอง อินละคร (2544 : 190) ผังมโนทัศน์ หมายความว่า มีลักษณะเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ย่อยๆ ในเนื้อหาสาระด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงที่เหมาะสม ทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนภูมินั้นเป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

ทิศนา แขมมณี (2553 : 388) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่กับมโนทัศน์ย่อยๆ เป็นลำดับขั้น ด้วยเส้นเชื่อมโยง

Doug และ Mellissa (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2554 : 253 ; อ้างอิงมาจาก Doug and Mellissa. 1999 : unpaged) ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับใช้ในการเรียนการสอน มีหลายรูปแบบสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างไม่สิ้นสุด แบบต่างๆของผังกราฟิกแสดงให้เห็นถึงการจัดลำดับกระบวนการคิดของผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

Moreira (1979 : 283) ผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น เพื่อแสดงให้เห็นการจัดมโนทัศน์ของวิชาใดวิชาหนึ่งหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของวิชานั้น ซึ่งอาจจะมีทิศทางเดียวหรือ 2 ทิศทางหรือมากกว่า

Novak (1984 : 15) กล่าวไว้ว่า ผังมโนทัศน์เป็นสิ่งที่ใช้แทนความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ ในรูปของประพจน์ (Proposition) มโนทัศน์เหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้คำเชื่อม เช่น ท้องฟ้า มีสีน้ำเงิน แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนประพจน์นี้แล้วจะเกิดความหมายที่แตกต่างกันในภายหลัง เช่น ท้องฟ้าคืออากาศ และอากาศไม่มีสี แต่วัตถุที่อยู่ในอากาศสะท้อนกับแสงอาทิตย์ทำให้เกิดสีทำให้มองดูเป็นสีน้ำเงิน

Cliburn (1987 : 426) กล่าวไว้ว่า ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้กรอบความคิด และความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องอย่างมีระบบ

จากความหมายของนักการศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผังมโนทัศน์ เป็นเทคนิคการจัดระเบียบความรู้ข้อมูลและเรื่องราวต่างๆ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกรอบความคิดความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้เส้นเชื่อมโยงและใช้คำแสดงลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อยอย่างมีลำดับขั้นเพื่ออธิบายขอบเขตความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่เข้ากับโครงสร้างของความรู้เดิมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์เข้าด้วยกันอย่างมีความหมายและเก็บผังความรู้นั้นไว้ในหน่วยความจำระยะยาว ทำให้ความรู้นั้นมีความคงทน

2. การสร้างมโนทัศน์

การสร้างมโนทัศน์มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเพราะการเรียนรู้เริ่มต้นจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นเบื้องต้นและเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันมีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลายๆครั้ง ผู้เรียนก็จะสามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นมโนทัศน์ และเมื่อผู้เรียนรู้มากและสะสมมโนทัศน์ไว้มากขึ้น จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่สรุปรวมไว้นั้นไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ขั้นสูงและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ในการสร้างมโนทัศน์จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (พันธ์ ทองชุมนุม. 2547 : 204)

1. สภาพความพร้อมของผู้เรียนทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา

2. ประสบการณ์เดิมและมโนทัศน์เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้ว ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูงมากยิ่งขึ้น

3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หากผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้เป็นตัวกระตุ้นอยู่อย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ผู้เรียนมีการฝึกฝน ในที่สุดก็จะเกิดมโนทัศน์ดังกล่าวขึ้นได้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2543 : 107) กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ของผู้เรียนนั้นผู้เรียนต้องสร้างจินตนาการได้ ความสามารถในการสร้างจินตนาการเป็นหนทางนำไปสู่ความเข้าใจซึ่งแต่ละคนไม่เท่ากันและไม่เหมือนกัน ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์ก็ต่อเมื่อผู้เรียนสามารถแยกแยะและสามารถสรุปรวบยอด

1. การแยกแยะ (Discrimination) คือ คุณสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าหมายถึงอะไร เป็นอย่างไร

2. การสรุปรวบยอด (Generalization) หมายถึง การเอาสิ่งต่างๆ ที่เป็นตัวประกอบร่วมในบรรดาสิ่งต่างๆ ที่เราจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ เป็นพวกของมโนทัศน์ร่วมกันมาสัมพันธ์เป็นหมวดหมู่ การสร้างมโนทัศน์ เป็นกระบวนการทางสมอง ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยการรับรู้ความจำการคิดหา

เหตุผล และการจัดระเบียบของความคิดให้เป็นหมวดหมู่ การหาคุณลักษณะร่วมผู้เรียนจะต้องได้รับความรู้ต่างๆ ผ่านการสัมผัสของอวัยวะรับสัมผัส และระบบประสาทส่วนกลางเป็นส่วนที่ทำหน้าที่จัดระเบียบประสานแยกแยะความแตกต่างและเลือกความรู้นี้เข้าสู่สมองทำให้เกิดการรับรู้ขึ้นภายหลัง การรับรู้ช่วยให้เกิดการแยกแยะความแตกต่างและสรุปรวบยอดได้

Ausubel (1968 : 20) กล่าวไว้ว่า การสร้างมโนทัศน์ควรมีลำดับการสร้าง ดังนี้

1. วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของกระบวนการของสิ่งเร้า
2. สร้างสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะร่วมของสิ่งเร้า
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการที่เหมือนกัน
5. นำลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้าที่คิดไว้จากสมมติฐานมาสัมพันธ์กับโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่เดิมของตน
6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่รับมาใหม่และมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมเพื่อหาความสัมพันธ์กัน
7. สรุปความหมายของมโนทัศน์ที่รับเข้ามาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังสมาชิกทุกๆ หน่วย ในกลุ่ม
8. คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสมมาเป็นตัวแทนมโนทัศน์ที่รับมาใหม่

สรุปได้ว่า มโนทัศน์เป็นพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการคิดในระดับสูงของบุคคล ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ ความสามารถของผู้เรียน ครูผู้สอนจึงควรแสวงหาและจัดกระบวนการเรียนการสอน ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ของผู้เรียน

3. ส่วนประกอบผังมโนทัศน์

Novak และ Gowin (1991 : 45 – 46) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1. มโนทัศน์ (Concept) เป็นความสม่ำเสมอที่มีอยู่ในเหตุการณ์ซึ่งหมายถึงสิ่งใดก็ตามซึ่งเกิดขึ้นหรือถูกทำให้เกิดขึ้น หรือวัตถุต่างๆซึ่งหมายถึงสิ่งใดก็ตามซึ่งมีอยู่ และอาจสังเกตได้และเป็นที่หมายรู้กันด้วย “ คำพูด ”
2. ความสัมพันธ์ (Relationship) หรือการเชื่อมโยงระหว่างประพจน์ (Prepositional Linkages)
3. ลำดับขั้น (Hierarchy) เป็นการจำแนกความแตกต่างของมโนทัศน์ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันของมโนทัศน์ที่กว้างกว่าจะอยู่ในลำดับที่สูงกว่ามโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจงกว่า
4. การเชื่อมโยงแนวขวาง (Cross-Links) การเชื่อมโยงมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกัน

Plotnick (2001 : 42 – 44) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้

1. มโนทัศน์ (Concepts) เป็นสิ่งที่แสดงถึงมโนทัศน์ของเรื่องที่นำมาสร้างแผนผังมโนทัศน์

2. เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ (Arcs or Lines) เป็นเส้นที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์โดยเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์นี้อาจจะมีทิศทางเดียว สองทาง หรือไม่มีทิศทางเลยก็ได้

3. คำเชื่อมโยง (Label) เป็นคำที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ สองมโนทัศน์ โดยคำเชื่อมโยงนั้นจะต้องเป็นคำที่ทำให้เกิดประพจน์ที่มีความหมาย

Baroody และ Bartels (ประไพลิน จันทน์หอม. 2547 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Baroody and Bartels. 2001) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์มีส่วนประกอบที่สำคัญมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. เชื่อมโนทัศน์ (Concept Names) เป็นชื่อของเรื่องมโนทัศน์ที่นำมาสร้าง ผังมโนทัศน์นั้นๆ โดยจะเขียนชื่อมโนทัศน์ไว้ในกรอบรูปร่างใดก็ได้

2. เส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Linking Lines) เป็นเส้นที่ลากเชื่อมกันระหว่างมโนทัศน์ สองมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันโดยอาจจะมีหรือไม่มีหัวลูกศรก็ได้

3. คำหรือวลีที่แสดงความสัมพันธ์ (Linking Phrases) เป็นคำ วลี หรือประโยคที่เขียนไปตามเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์จากลักษณะและส่วนประกอบของผังมโนทัศน์

สรุปผังมโนทัศน์มีส่วนที่สำคัญประกอบไปด้วย มโนทัศน์ คำเชื่อม เส้นเชื่อมโยง และเส้นเชื่อมโยงข้ามสาย เป็นการแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในแต่ละสายของมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รองหรือมโนทัศน์เฉพาะและแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเชื่อมโยงผังมโนทัศน์ของผู้สร้างผังมโนทัศน์นั้นอีกด้วย

4. ประเภทของผังมโนทัศน์

วงษ์สถิตย์ วัฒนเสรี (2544 : 42) จัดประเภทผังมโนทัศน์ดังนี้

1. ผังมโนทัศน์แบบใยแมงมุม (Spider Map) นำเสนอโดยการเขียนมโนทัศน์หลักสำคัญไว้ตรงกลาง แล้วเขียนคำอธิบายหรือบอกลักษณะของมโนทัศน์รองกระจายออกไปรอบๆ ภาพ

2. ผังมโนทัศน์แบบจัดเรียงลำดับ (Hierarchy Map) เป็นการนำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นลงมา โดยมโนทัศน์หลักหรือสำคัญที่สุดอยู่ด้านบนสุด มโนทัศน์รองและมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ด้านล่าง

3. ผังมโนทัศน์สายงานหรือแบบลูกโซ่ (Chain Map or Flow Chart) เป็นการแสดงความสัมพันธ์แบบเส้นตรง แสดงลำดับก่อนหลังของขั้นตอนการทำงานหรือเหตุการณ์ใดๆ

4. ผังมโนทัศน์ระบบ หรือ วัฏจักร (Systems or Cycle Concept Map) เป็นการจัดระบบข้อมูลในรูปแบบคล้ายกับมโนทัศน์แบบสายงาน แต่เพิ่มส่วนที่มี Inputs และ Outputs หรือแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่มีความต่อเนื่องของมโนทัศน์ย่อยและเวียนกลับเป็นวัฏจักร

Merle Tan แห่งมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์ ได้จำแนกประเภทของผังมโนทัศน์ออกเป็น 4 ชนิด (มนัส บุญประกอบ. 2533 : 26 – 29) ดังต่อไปนี้

1. ชนิดกระจายออก (Point Grouping) หรือแบบชี้แสดง โดยเริ่มจากคำที่เป็นมโนมติหลัก แล้วเชื่อมโยงกระจายออกไปทุกทิศทุกทางเพื่อเชื่อมโยงต่อกับมโนทัศน์ย่อยอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น (Linking phrases)

2. ชนิดปลายเปิด (Opened Grouping) เป็นผังมโนทัศน์ที่แสดงการเชื่อมโยงกลุ่มของมโนทัศน์ต่างๆ ลดหลั่นกันลงไปตามลำดับความสำคัญของมโนมติที่ผู้เขียนกำหนดไว้

3. ชนิดเชื่อมโยง (Linked Grouping) เป็นผังมโนทัศน์ที่มีลักษณะคล้ายกับชนิดปลายเปิด แต่มีการเชื่อมโยงข้ามชุดระหว่างมโนทัศน์

4. ชนิดปลายปิดหรือปิดล้อมเป็นวง (Closed Grouping) เป็นผังมโนทัศน์ที่ค่อนข้างจะมีลักษณะจำกัดอยู่ในตัวเอง

ทิศนา แขมมณี (2553 : 389 – 400) ได้เสนอเทคนิคผังกราฟิกแบบต่างๆ ไว้ดังนี้

1. ผังความคิด (Mind Map) เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆ ให้เห็นโครงสร้างของภาพรวม โดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงความคิด หรือสาระนั้นๆ

2. ผังมโนทัศน์ (Concept Map) เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์ใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และมโนทัศน์ย่อยๆเป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

3. ผังแมงมุม (Spider Map) เป็นผังมโนทัศน์อีกแบบหนึ่งซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุม

4. ผังลำดับขั้นตอน (Sequential Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งของต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ

5. ผังก้างปลา (Fish bone Map) เป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยทำให้เห็นสาเหตุหลัก และสาเหตุย่อยที่ชัดเจน

6. ผังวัฏจักร (Circle or Cycle Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลม หรือ เป็นวัฏจักรที่ไม่มีที่สิ้นสุด หรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน

7. ผังลงกลมซ้อน หรือเวนไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นผังวงกลม 2 วง หรือมากกว่าที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่เป็นผังที่เหมาะสำหรับนำเสนอสิ่ง 2 สิ่ง ซึ่งมีทั้งความเหมือน และความต่าง

8. ผังวีไดอะแกรม (Vee Diagram) เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาธรรมชาติความรู้และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต และวิธีการเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาในตำราเรียน

9. ผังพล็อตไดอะแกรม (Plot Diagram) เป็นผังที่ช่วยในการอ่านเรื่องราวที่มีเหตุการณ์ต่อเนื่องกัน ยืดยาว เหมาะสำหรับการสอนอ่าน ผู้เรียนสามารถใช้ผังนี้ช่วยในการพล็อตเรื่อง ซึ่งก็คือเหตุการณ์สำคัญที่นำไปสู่จุดยอดของเรื่อง และเมื่อเรื่องดำเนินไปสู่จุดยอด คือจุดสำคัญที่สุดของเรื่องแล้วเหตุการณ์ก็จะคลี่คลายไปสู่บทสรุปของเรื่อง

ผังมโนทัศน์แต่ละประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายประการ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันบางประเภทใช้เขียนมโนทัศน์ที่ซับซ้อนกว้างขวาง แต่บางประเภทมีการเขียนที่ค่อนข้างจำกัด ซึ่งการนำผังมโนทัศน์มาใช้ขึ้นอยู่กับเหตุผลของผู้เขียนที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมอาจเขียนโดยการผสมผสานประเภทของผังมโนทัศน์ ขึ้นอยู่กับผู้เขียน

Novak (1984 : 105) ได้กล่าวว่าในการให้คะแนนผังมโนทัศน์ มีพื้นฐานเบื้องต้นจากทฤษฎีการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของ ออซูเบล (Ausubel’s Cognitive Learning Theory) คือ

1. โครงสร้างความรู้มีการจัดลำดับขั้นมโนทัศน์ จากมโนทัศน์ที่มีความหมายและประพจน์ที่ครอบคลุมมากไปสู่มโนทัศน์ที่เฉพาะและประพจน์ที่ครอบคลุมน้อยกว่า

2. มโนทัศน์ในโครงสร้างความรู้ได้รับการจำแนกความแตกต่างเชิงก้าวหน้า จะสังเกตเห็นวัตถุหรือเหตุการณ์ที่มีความครอบคลุมและลักษณะพิเศษมากกว่าและจะจำแนกการเชื่อมโยงเชิงประพจน์ที่มากกว่ามโนทัศน์ที่สัมพันธ์กัน

3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ เกิดขึ้นเมื่อมโนทัศน์สองหรือมากกว่าถูกจัดเป็นประพจน์ใหม่ที่มีความสอดคล้องกัน หรือมโนทัศน์ที่มีความหมายขัดแย้งกัน ได้รับการแก้ไขและเพิ่มเติมอีกว่า ผังมโนทัศน์ก็คล้ายกับภาพวาด บางคนอาจชอบหรือไม่ชอบก็ได้ ครูบางคนจึงต้องการการตัดสินแผนผังมโนทัศน์อย่างง่ายๆ ซึ่งที่จริงแล้วเราสนใจกรอบความคิดเชิงมโนทัศน์ของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนการสอนเพราะเราอยากทราบการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของผังมโนทัศน์ของผู้เรียนเราจึงต้องการให้คะแนนแก่ผังมโนทัศน์ Novak (1984 : 105) จึงได้สร้างกระบวนการให้คะแนน ดังนี้

3.1 ประพจน์ คือความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ จำนวน 2 มโนทัศน์ ที่เชื่อมโยงกันโดยใช้คำเชื่อม และทำให้ประพจน์มีความสมเหตุสมผล ให้ 1 คะแนน สำหรับ แต่ละประพจน์ที่สมเหตุสมผล และมีความหมาย

3.2 ลำดับขั้น ผังมโนทัศน์ได้แสดงถึงระดับของลำดับขั้นหรือไม่โดยมโนทัศน์อยู่รองลงมาจะเป็นมโนทัศน์ที่แคบลงและเฉพาะเจาะจงและมีความหมายน้อยกว่ามโนทัศน์ที่อยู่ในลำดับแรกๆ ให้ 5 คะแนน สำหรับที่สมเหตุสมผลแต่ละระดับของลำดับขั้น

3.3 การเชื่อมข้ามชุด การเชื่อมระหว่างจุดของมโนทัศน์ในแต่ละสาขาแสดงให้ถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และไม่ซ้ำแบบใคร ควรได้รับการยกย่องหรือให้คะแนนพิเศษความสัมพันธ์ที่แสดงนี้หากมีความสมเหตุสมผล ให้ 10 คะแนน ในแต่ละครั้งของการเชื่อมโยงข้ามชุด

3.4 ตัวอย่าง ตัวอย่างเหตุการณ์หรือวัตถุเฉพาะอย่าง ซึ่งเป็นกรณีตัวอย่างที่สมเหตุสมผลของสิ่งที่มโนทัศน์บ่งไว้ อาจให้คะแนนตัวอย่าง ละ 1 คะแนน (การเขียนตัวอย่างไม่ต้องวงล้อมรอบ เพราะไม่ได้เป็นมโนทัศน์)

จากการศึกษาผู้ศึกษาค้นคว้าได้เลือกการให้คะแนนผังมโนทัศน์ในรูปแบบลำดับขั้น ซึ่งพบว่าการให้คะแนนในรูปแบบนี้เป็นการผสานของรูปแบบผังมโนทัศน์หลายประเภทเข้าด้วยกันที่สำคัญช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียงลำดับความสำคัญ และสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกันและเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น

5. แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับผังมโนทัศน์

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2543 : 109) ได้อธิบายถึงทฤษฎีของการเรียนรู้มโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีเชื่อมโยง (Associative Theory) เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการเรียนรู้มโนทัศน์ว่าเป็นการเรียนรู้เช่นเดียวกันกับแบบอื่นๆ เป็นกระบวนการของสิ่งเร้าและการตอบสนองการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยง ซึ่งมีพื้นฐานของแนวความคิดว่าสิ่งเร้าที่ซับซ้อนมีความสัมพันธ์กับการตอบสนองซึ่งเป็นไปในลักษณะของการวางเงื่อนไข บางลักษณะของสิ่งเร้าสอดคล้องกับ การรับรู้ของผู้เรียนและสิ่งเร้าใดที่ไม่สอดคล้องก็จะถูกขจัดไปและในการที่ผู้เรียนจะตอบสนองได้ ต้องอาศัยการแยกแยะและสรุปรวมโดยมีแรงเสริมจากครูในการตอบสนองที่ถูกต้อง

2. ทฤษฎีทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis-Testing Theory) ทฤษฎีนี้กล่าวถึงการเรียนรู้มโนทัศน์ว่า เกิดจากผู้เรียนพยายามทดสอบสมมติฐานถึงความเป็นไปได้ของสิ่งต่างๆจนพบหนทางที่ถูกต้อง การเรียนรู้เกิดจากกระบวนการของสิ่งของแต่ละส่วนที่แยกจากกันและนำสิ่งที่

สอดคล้องกันไปรวมกัน เรียกว่า การไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ของสิ่งที่เรียนการเรียนรู้มโนทัศน์ต้องให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะและเห็นความแตกต่างรวมทั้งสามารถสรุปรวมได้ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียนหรือสิ่งที่เรียนรู้มาก่อน รวมทั้งความสามารถทางเชาวน์ปัญญาและความคิดความสามารถในการรับรู้ ความจำ สภาพความมั่นคงทางอารมณ์ มีความอยากในการเรียน ซึ่งเป็นส่วนประกอบทั่วไปของการเรียนรู้ ลำดับขั้นของการเรียนรู้มโนทัศน์มีดังนี้

2.1 การเรียนรู้เริ่มต้นจากประสบการณ์ของผู้เรียนจากสิ่งที่ได้เห็นและได้ยินได้สัมผัสมาก่อน

2.2 ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะนำความรู้นั้นมาใช้ในการแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้าที่ได้รับ

2.3 ผู้เรียนจะเริ่มพิจารณาถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้านั้น

2.4 ตั้งสมมติฐานว่าความรู้สรุปรวมนั้นคืออะไร

2.5 ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น

2.6 เลือกสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน หากปรากฏว่าถูกก็จะคงสมมติฐานนั้นไว้ ถ้าผิดก็จะกลับไปสังเกตใหม่ และคิดตั้งสมมติฐานใหม่จนกว่าจะถูกก็คงสมมติฐานนั้นไว้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล (David Ausubel)

Ausubel (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540 : 9 ; ภพ เลาหไพบูลย์. 2542 : 89 ; อ้างอิงมาจาก Ausubel. 1968) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันผู้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้ให้ความหมายว่าเป็นกระบวนการที่ข่าวสารความรู้ใหม่ถูกทำให้สัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิมโครงสร้างความรู้ของแต่ละบุคคล ภายในโครงสร้างความรู้จะมีมโนทัศน์ต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ถูกจัดไว้เป็นระเบียบ (Subsuming Concepts) ซึ่งจะทำหน้าที่เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้รับทำให้เกิดเป็นความรู้ใหม่ที่สมบูรณ์มากขึ้น ออซูเบล (Ausubel) มองเห็นความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบท่องจำกับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การเรียนอย่างมีความหมายมุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยความพยายามอย่างรอบคอบ เพื่อผูกมัดความรู้ที่ได้มาใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ต่างกับการเรียนรู้แบบท่องจำซึ่งเรียนแบบคำต่อคำ ปราศจากเหตุผลและเป็นการรวมตัวที่ผู้เรียนไม่พยายามที่จะเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้าไปในโครงสร้างทางปัญญาการเรียนรู้แบบท่องจำ คือการเรียนรู้ต้องจดจำโดยปราศจากเป้าหมาย ข้อมูลที่ได้มาปราศจากโครงสร้าง ต้องตอบสนองสิ่งที่บงการภายนอกทำให้เกิดความเครียด ขณะเดียวกันการเรียนรู้อย่างมีความหมายต้องการเรียนสิ่งใหม่ที่สัมพันธ์กันกับสิ่งที่ผู้เรียนเรียบเรียงแล้ว ดังนั้นการเรียนรู้อย่างมีความหมายไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นเอง ผู้เรียนต้องมีความเกี่ยวพันกับความรู้เดิม

Ausubel (วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540 : 9 ; อ้างอิงมาจาก Ausubel. 1968) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมายว่าประกอบด้วย 2 ประการคือ

1. การสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) เป็นกระบวนการแยกลักษณะสำคัญที่เหมือนๆ กันของวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ออกมารวมสร้างขึ้นเป็นมโนทัศน์

2. การดูดซึมมโนทัศน์ (Concept Assimilation) คือการเรียนมโนทัศน์จากคำจำกัดความ แทนที่จะศึกษาหรือเรียนด้วยตัวเอง เด็กก่อนเข้าโรงเรียนไม่มีวุฒิภาวะทางสมองพอที่จะสัมพันธ์คำจำกัดความเข้ากับโครงสร้างความรู้ของตนได้ เด็กเล็กจึงต้องสร้างมโนทัศน์เอง มโนทัศน์ของเขาเป็นมโนทัศน์ง่ายๆ ไม่ซับซ้อน แต่ก็เป็นวิธีที่ถูกต้องที่เขาคิดค้นด้วยตนเอง ส่วนเด็กในวัยเข้าเรียน

จะเรียนมโนทัศน์ด้วยการดูดซึม คือ มีวุฒิภาวะทางสมองพอที่จะสัมพันธ์คำจำกัดความ เข้ากับโครงสร้างความรู้ของตนได้ ฉะนั้นเด็กจึงไม่ค่อยสร้างมโนทัศน์ยากเอง มโนทัศน์ยากก็จะใช้วิธีการดูดซึม ผังมโนทัศน์ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ ออซูเบล (Ausubel) 3 ประการ ดังนี้

2.1 โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) เป็นโครงสร้างที่มีอยู่ในสมอง จะมีการจัดลำดับมโนทัศน์ จากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2.2 กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (Progressive differentiation) การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม เกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด จะเป็นการขยายความรู้ให้กว้างขวางขึ้น จนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า โดยจัดมโนทัศน์ที่มีความหมายระดับกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้เสียก่อน แล้วจัดมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมา จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น

2.3 การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative reconciliation) เมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ให้เข้ากับมโนทัศน์เดิมแล้วจะทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และหากมีการเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ก็จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้นผังมโนทัศน์ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การสร้างผังมโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนรู้ว่าเขามีความเข้าใจเนื้อหาถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างมีความหมายและส่งเสริมให้เกิดการเพิ่มพูนการบูรณาการในโครงร่างของมโนทัศน์ ยิ่งมโนทัศน์มีการเชื่อมโยงมากเท่าไหร่เรายิ่งสันนิษฐานได้ว่า ความสมบูรณ์และความซับซ้อนในความเข้าใจของผู้เรียนได้เกิดขึ้น (Baroody and Bartel. 2001 : 24 – 27)

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 253 – 254**)** กล่าวว่าการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meanningful Learning Theory) และการจัดเนื้อหาสาระก่อนเรียน (Avance Organizer) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ Ausubel หลังจากปี 1968 จนถึงประมาณปี 1975 ได้เกิดแผนภาพรูปแบบต่างๆ ขึ้นมากกว่า 20 ชนิด แล้วเรียกชื่อใหม่ว่าผังกราฟิก (Graphic Organizer)

Bromley, Devitis และ Modlo (ทิศนา แขมมณี. 2553 : 388 – 389 ; อ้างอิงมาจาก Bromley, Devitis and Modlo. 1995 : 7 – 8) การใช้ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ 4 ประการด้วยกัน คือ

1. การแยกแยะข้อมูลเพื่อให้เห็นองค์ประกอบหลักที่เชื่อมโยงกันอยู่อย่างชัดเจน สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น

2. หากสมองมีการจัดโครงสร้างความรู้ไว้อย่างเป็นระบบระเบียบ จะช่วยเรียกความรู้เดิมที่อยู่ในโครงสร้างทางปัญญาออกมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ง่ายขึ้น

3. ผังกราฟิกที่แสดงให้เห็นองค์ประกอบหลักของเรื่องมีลักษณะเป็นภาพซึ่งง่ายต่อการที่สมองจะจดจำมากกว่าข้อความที่ติดต่อกันยืดยาว

4. การใช้ผังกราฟิกซึ่งมีลักษณะเป็นทั้งภาพและข้อความสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active Learning) เนื่องจากผู้เรียนจะต้องมีทั้งการฟัง พูด อ่าน เขียน คิด จึงจะสามารถจัดทำผังกราฟิกออกมาได้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

6. ประโยชน์ของผังมโนทัศน์

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2537 : 20 – 21) กล่าวว่า ประโยชน์ของมโนทัศน์นั้นมีหลายประการ ซึ่งพอจะประมวลได้ดัง

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อม เช่น การขยายตัวของความรู้ในทุกวันนี้ ทำให้เราต้องหาวิธีการจัดประเภทความรู้ให้เป็นหมวดหมู่อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อไม่ต้องเสียเวลาทำความเข้าใจกับรายละเอียดอันมากมาย

2. มโนทัศน์ทำให้เรารู้จักสิ่งรอบตัว

3. มโนทัศน์ทำให้เราไม่ต้องเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีก เช่น เมื่อเรามีความคิดรวบยอดเรื่องสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เราก็สามารถเข้าใจลักษณะร่วมกันของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สามารถจะจัดเข้าพวกและแยกแยะสัตว์ประเภทอื่นออกจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้ โดยไม่ต้องเรียนรู้ร่วมกันใหม่อีกเป็นรายชนิดอย่างไม่รู้จบ

4. มโนทัศน์ทำให้การสอนเป็นไปได้เพราะการสอนในระดับที่สูงขึ้นจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด เพื่อให้สามารถพูดและทำความเข้าใจกันได้

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540 : 33 – 36) ได้กล่าวถึงการนำเอาผังมโนทัศน์สู่กิจกรรมการทำงานต่างๆ ดังนี้

1. ใช้ผังมโนทัศน์สำรวจความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้สำรวจความรู้ที่มีมาก่อนเพื่อนำไปใช้ในการเตรียมการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน

2. ใช้ผังมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ ที่อยู่ในความคิดของผู้เรียน ซึ่งทำให้ทราบว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไรและกำลังคิดจะทำอะไร เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ คล้ายกับการเดินทางโดยใช้แผนที่

3. ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากตำรา ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป

4. ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการหรือในห้องปฏิบัติภาคสนาม ผังมโนทัศน์จะเป็นแนวทางให้แก่ผู้เรียนว่า ควรจะทำอะไรบ้าง สังเกตสิ่งใดบ้าง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

5. ใช้ผังมโนทัศน์ในการวางแผนการประเมินหลักสูตร

6. ใช้ผังมโนทัศน์ในการเตรียมการสอน เช่น การจัดพัฒนาหลักสูตรหน่วยการเรียน บทเรียน การเขียนเค้าโครงของเรื่อง เพื่อเขียนตำราทางวิชาการ ซึ่งจะช่วยบูรณาการเนื้อหาต่างๆ เข้าด้วยกัน

7. ใช้ผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. ใช้ผังมโนทัศน์ของผู้เรียนจะส่งผลให้ทราบถึงข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนจากการสอนของครู

9. การเขียนผังมโนทัศน์ทำให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความคิด และความรู้ที่เรียนในกิจกรรมหนึ่งกับสิ่งที่เขาได้เรียนมาแล้วในกิจกรรมอื่นๆ

10. ผังมโนทัศน์อาจใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับแสดงให้ผู้เรียนบอกถึงการรับรู้มโนทัศน์ที่ถูกหรือผิด

Ault (1985 : 45) กล่าวถึงประโยชน์ของผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. ใช้ผังมโนทัศน์ในการเตรียมการสอน ซึ่งจะช่วยบูรณาการเนื้อหาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน

2. ใช้ผังมโนทัศน์ในการวางแผนประเมินหลักสูตร

3. ใช้ผังมโนทัศน์เป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นที่อภิปรายจะทำให้ครอบคลุมประเด็นทั้งประเด็น

4. ใช้ผังมโนทัศน์เป็นแนวทางในการปฏิบัติการทดลอง จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและปฏิบัติการทดลองได้ตามวัตถุประสงค์

5. ใช้ผังมโนทัศน์ในการจับใจความสำคัญจากตำราเรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิด ความเข้าใจมากขึ้น

6. ใช้ผังมโนทัศน์ในการตอบข้อสอบแทนการเขียนตอบ

Mason (1990 : 54) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของผังมโนทัศน์ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะถูกนำเสนออย่างมีความสัมพันธ์กันและกัน และเป็นการลดหลั่นกันลงมาตามความหมายอย่างกว้างไปสู่ความหมายที่เฉพาะเจาะจง

2. สามารถใช้บ่งชี้ความรู้แรกเริ่มและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งในผู้สอนและผู้เรียน

3. ลักษณะในการนำเสนอผลการเรียนรู้มีความแตกต่างกันและน่าสนใจ

4. การเรียนรู้อย่างมีความหมายได้รับโดยการทำงานร่วมกันของกลุ่ม

จากประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ผู้ศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่าผังมโนทัศน์สามารถมาใช้ประกอบในการเรียนการสอน โดยใช้เป็นเครื่องมือเพื่อนำไปวางแผนการจัดกิจกรรม การจัดลำดับเนื้อหาของความสำคัญ ใช้เป็นเครื่องมือวัดความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนจำได้ง่ายขึ้นและเป็นการพัฒนาการคิดและถ้านักเรียนได้มีการตกแต่งผังมโนทัศน์ให้สวยงามก็จะเป็น การพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการจัดวางโปรแกรมการสอนไว้ล่วงหน้า เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่วางไว้และมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ และคณะ (2536 : 22) กล่าวว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การนำรายวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียน มาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์การสอน การวัดผลประเมินผล เพื่อใช้สอนในช่วงเวลาหนึ่งๆ โดยการกำหนดเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์การเรียนย่อยๆ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สภาพของผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์ หรือตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่น

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 1) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อใช้ในการปฏิบัติ การสอนในรายวิชาใดรายวิชาหนึ่งเป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบและเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554 : 109) ได้สรุปความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียน การจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแผนที่ผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำขึ้นจากคู่มือครูหรือแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกรมวิชาการทำให้ผู้จัดการเรียนรู้ทราบว่าจะสอนเนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไร ใช้สื่ออะไร และวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด

จากความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สรุปได้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หมายถึง ลำดับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ผู้สอนเตรียมการไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน บริบทของโรงเรียน ชุมชน ซึ่งแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดผลประเมินผลผู้เรียน

2. ความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนของครูเป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา สาระที่จะทำการสอนประจำแต่ละหน่วย หรือเรื่องเพื่อเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ และเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อใช้เป็นแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ตามมาตรฐานตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้และหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 2) ได้สรุปว่าการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนและการเตรียมตัวล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอนการเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยี และจิตวิทยาการเรียนการสอนมาผสมผสานประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัดและการประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น

3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครูผู้สอนและครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจเป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

4. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

สงบ ลักษณะ (2533 : 3 – 4) ได้สรุปถึงผลดีของการทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีการวางแผน วิธีสอน วิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง

2. ช่วยให้ครูมีคู่มือการสอนที่ทำด้วยตนเอง ทำให้สะดวกในการจัดการเรียนการสอน ทำให้สอนได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตร และสอนได้ทันเวลา

3. เป็นผลงานวิชาการที่เผยแพร่เป็นตัวอย่างได้

4. ช่วยให้ความสะดวกแก่ครูผู้มาสอนแทนในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนได้

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (2545 : 70) ได้ให้ความสำคัญและประโยชน์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต่อครูผู้สอน และผู้เรียนหลายประการ ดังนี้

1. เป็นการเตรียมความพร้อมของการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะทำให้มีทิศทางการเรียนที่ชัดเจนและส่งผลดีต่อประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

2. ช่วยให้ผู้สอนเลือกเทคนิควิธีสอนที่ดี สื่อ การวัดผลประเมินผลตรงจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้และสอดคล้องกับจุดหมายของหลักสูตร

3. ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกสบายและดำเนินการไปได้อย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ อีกทั้งสะดวกต่อผู้มาสอนแทน กรณีที่ครูผู้สอนประจำรายวิชาไม่สามารถมาทำการสอนได้ ใช้เป็นหลักฐานแสดงการเรียนรู้เชิงประจักษ์ หากมีข้อบกพร่องสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ง่าย

4. เป็นเอกสารหลักฐานสำคัญในการแสดงความชำนาญการหรือความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นผลงานทางวิชาการ หรือหลักฐานอ้างอิงเพื่อขอปรับปรุงวิทยฐานะหรือส่งเข้าประกวดเป็นครูดีเด่น ครูแกนนำ ครูแห่งชาติ หรือใช้เป็นหลักฐานแสดงเป็นผลงานเพื่อการประเมินพิจารณาความดีความชอบ

สำนักพัฒนาการฝึกหัดครู (2546 : 59) ได้รวบรวมความสำคัญและประโยชน์ของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เพื่อให้เห็นความต่อเนื่องของการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร

2. เพื่อให้จัดการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับความถนัด สนใจ และความต้องการของผู้เรียน

3. เพื่อให้สามารถเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ให้พร้อมก่อนทำการสอนจริง

4. เพื่อให้ผู้สอนมีความมั่นใจและเชื่อมั่นในการจัดการเรียนรู้

5. เพื่อให้เกิดการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้จากข้อจำกัดที่พบ

6. เพื่อให้ผู้อื่นสอนแทนได้ในกรณีที่มีเหตุจำเป็น

7. เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับการพิจารณาผลงานและคุณภาพในการปฏิบัติการสอน

8. เพื่อเป็นเครื่องบ่งชี้ความเป็นวิชาชีพของครูผู้สอน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554 : 250) ได้อธิบายผลดีของการทำแผนการสอนไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนวิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการจัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง

2. ช่วยให้ครูมีสื่อการสอนที่ทำด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสะดวกในการจัดกรรมการเรียนการสอน ทำให้สอนได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตร และสอนได้ทันเวลา

3. เป็นผลของวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นตัวอย่างได้

4. ช่วยให้ความสะดวกแก่ครูผู้สอนแทนในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนได้

จากความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมา พอจะสรุปได้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนคือ เป็นคู่มือที่ครูใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในการจัดการเรียนการสอน เป็นการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน สภาพแวดล้อมและทรัพยากรที่มีอยู่ และใช้เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง สามารถที่จะนำไปใช้เป็นผลงานทางวิชาการและเผยแพร่เป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจได้

3. องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประดิษฐ์ ทองคำปลิว และครรชิต มนูญผล (2541 : 12 – 13) ได้สรุปว่า การเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีส่วนประกอบและแนวการเขียน ดังต่อไปนี้

1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ เขียนชื่อรายวิชา ชั้นเรียน เรื่องและเรื่องย่อย หรือหน่วยความรู้ หรือหน่วยย่อย จำนวนชั่วโมง อาจจะเพิ่มเติมชื่อผู้สอนและวันเวลาที่สอนด้วย

2. สาระสำคัญ เขียนบทสรุปที่แสดงให้เห็นว่าเนื้อหาที่สอนกับจุดประสงค์ หรือสิ่งที่ต้องการให้เกิดกับ ผู้เรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างไร บางตำราเรียกบทสรุปนี้ว่า ความคิดรวบยอด

3. จุดประสงค์ เขียนสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อจบกิจกรรมการเรียนการสอน นิยมเขียนจุดประสงค์ที่วิเคราะห์ได้จากคำอธิบายรายวิชา และหาความสัมพันธ์กับเนื้อหาและกิจกรรมไว้แล้ว ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้หรือจัดทำกำหนดการสอน และเพิ่มเติมหรือแยกย่อยเป็นจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่คาดหวัง

4. เนื้อหา เขียนชื่อเรื่องที่ต้องการให้เรียนรู้ และอาจจะเพิ่มเติมเรื่องย่อย หรือข้อสรุปของเรื่องด้วยก็ได้

5. กิจกรรมการเรียนการสอน เขียนขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นบทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน และการใช้สื่อหรือเครื่องมือประกอบการจัดกิจกรรม นิยมแสดงให้เห็นขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ จึงมีข้อพิจารณาว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ

6. สื่อการเรียนการสอน เขียนชื่อสื่อหรือเครื่องมือที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งสื่อของผู้สอน หรือของผู้เรียนทุกรายการ

7. การวัดผลประเมินผล เขียนชื่อวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ เก็บข้อมูลหรือการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกขั้นตอนหรือทุกประเภทที่ใช้ในการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้นั้นๆ

8. บันทึกผลการตรวจสอบและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร เป็นส่วนของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ทำการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้จะเขียนบันทึกความเห็นผลการตรวจหรือข้อเสนอแนะที่จะให้ผู้สอนนำไปใช้ในการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้นๆ

9. บันทึกผลหลังการสอน เป็นส่วนที่ผู้สอนบันทึกข้อมูลต่างๆ จากการจัดการเรียนการสอนเมื่อเสร็จสิ้นการสอนตามแผน อาจจะบันทึกความสำเร็จ ปัญหา ผลการเรียนที่ควรแก้ไข

ปรับปรุง เรื่องที่ควรเพิ่มเติมใน แผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป หรืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554 : 109 – 110) กล่าวว่าองค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดจากความพยายามตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. จัดการเรียนรู้อะไร (หน่วย หัวเรื่อง ความคิดรวบยอด หรือสาระสำคัญ)
2. เพื่อจุดประสงค์อะไร (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม)
3. ตัวสาระอะไร (โครงร่างเนื้อหา)
4. ใช้วิธีการใด (กิจกรรมการเรียนการจัดการเรียนรู้)
5. ใช้เครื่องมืออะไร (สื่อการเรียนการจัดการเรียนรู้)
6. ทราบได้อย่างไรว่าประสบความสำเร็จหรือไม่ (วัดผลประเมินผล)

เพื่อตอบคำถามดังกล่าวจึงกำหนดให้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้ หน่วยที่จัดกิจกรรมกาเรียนรู้และสาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สาระการเรียนรู้
4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้
5. สื่อการเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6. วัดผลประเมินผล

4. ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งของครูผู้สอน เพราะเป็นการเตรียมการสอนที่สมบูรณ์ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามจุดหมายของหลักสูตรอย่างแท้จริง ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาเอกสารหลักสูตรเป็นเบื้องต้นก่อนที่จะลงมือเขียน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 83 – 84) ได้สรุปถึงขั้นตอนการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนมีหรือบรรลุ ซึ่งมีทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ จุดประสงค์การเรียนรู้จะได้มาจากจุดหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ของวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ และจุดประสงค์ในคำอธิบายรายวิชา การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ จะต้องเขียนให้ครอบคลุม พฤติกรรมทั้ง 3 ด้านและเขียนในเชิงพฤติกรรม จุดประสงค์สามารถจำแนกได้ 3 ด้าน ดังนี้ คือ ด้านพุทธพิสัย (Cognitive) คือจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นความสามารถทางสมอง (Head) หรือความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาหรือในทฤษฎี ด้านทักษะ (Skill) คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติที่ต้องลงมือทำ (Hand) และด้าน จิตพิสัย (Affective) คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นคุณธรรม หรือเจตคติ หรือความรู้สึกในจิตใจ (Heart) จุดประสงค์การเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ระดับคือ

1. จุดประสงค์ปลายทาง คือจุดประสงค์ที่เป็นเป้าหมายสำคัญที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในการเรียนแต่ละเรื่อง หรือแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2. จุดประสงค์นำทาง คือ จุดประสงค์ที่วิเคราะห์แตกออกจากจุดประสงค์ปลายทาง เป็นจุดประสงค์ย่อย โดยกำหนดพฤติกรรมสำคัญที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนจากจุดย่อยไปจนถึงจุดใหญ่ปลายทาง ในการสอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้บรรลุจุดประสงค์นำทางไปสู่จุดประสงค์ปลายทาง

ขั้นที่ 2 การกำหนดแนวการจัดการเรียนการสอน (Learning) เป็นการพิจารณาว่าการเรียนการสอนในแผนนั้น มีจุดเน้นหรือสาระสำคัญอะไร จะต้องสอนเนื้อหาใดจึงจะครอบคลุมครบถ้วน จะเลือกใช้เทคนิคหรือวิธีสอนใดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงจะทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ และจะใช้สื่อการเรียนการสอนใดจึงจะ สอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมที่กำหนด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย

1. การเขียนสาระสำคัญ สาระสำคัญ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาหลักการ วิธีการที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับหลังจากเรียนเรื่องนั้นๆ แล้วทั้งในด้านความรู้ความสามารถเจตคติ สาระสำคัญจะเป็นข้อความที่เขียนในลักษณะสรุปเนื้อหา เป้าหมายอย่างสั้น ๆ จะเขียนเป็นความเรียงหรือเป็นข้อ ๆ ก็ได้

2. เนื้อหา คือ รายละเอียดของเรื่องที่ใช้จัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์ การเรียนรู้ ประกอบด้วย ทฤษฎี หลักการ วิธีการ และแนวปฏิบัติ การจะเขียนเนื้อหาสาระในการสอนแต่ละจุดประสงค์ หรือแต่ละเรื่องได้ดีนั้น ครูผู้สอนจะต้องศึกษาหาความรู้จากเอกสาร ตำราเรียน หนังสือ คู่มือครูและแหล่งความรู้ต่าง ๆ นำมาพิจารณาใช้ประกอบให้เหมาะกับวัยและระดับของผู้เรียนทั้งในด้านความยากง่ายและความถูกต้องเหมาะสม การเขียนเนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้ ครูจะเขียนเนื้อหาสาระรายละเอียด ทั้งหมดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ตามหัวข้อที่อยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ก็ได้ แต่หากรายละเอียดของเนื้อหามีมากควรเขียนเฉพาะหัวข้อเรื่องเนื้อหานั้นๆ ไว้ ส่วนรายละเอียดให้นำไปไว้ในส่วนท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ หรือนำส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระของทุกแผนการจัดการเรียนรู้แยกไว้อีกเล่มหนึ่งต่างหากเป็นเอกสารประกอบ

3. กิจกรรมการเรียนการสอน คือ สภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นเพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนที่กำหนด การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้านต่างๆ จึงเป็นความสามารถและทักษะของครูมืออาชีพในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิผลกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีลักษณะดังนี้

3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา
3.2 ฝึกกระบวนการที่สำคัญให้กับผู้เรียน
3.3 เหมาะสมกับธรรมชาติและวัยของผู้เรียน
3.4 เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในโรงเรียนและชีวิตจริง
3.5 เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

4. สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งที่เป็นพาหนะหรือสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ ทักษะ และเจตคติให้บรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนการสอนและตามจุดหมายของหลักสูตรได้ดียิ่งขึ้นหรือเร็วยิ่งขึ้น จากการศึกษาวิจัย พบว่า สื่อประเภทต่างๆ มีประสิทธิผลช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ต่างๆ ในระดับที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 3 การกำหนดวิธีวัดและประเมินผล (Evaluation) การวัดและการประเมินผลจัดเป็นกิจกรรมสำคัญที่สอดแทรกอยู่ในทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนการสอน เริ่มตั้งแต่ก่อนการเรียนการสอนจะเป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความรู้ พื้นฐานของผู้เรียน ระหว่างการเรียนการสอนจะเป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงผลการเรียนและเพื่อให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนของตนเป็นระยะๆ และเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนใน แต่ละรายวิชา/ภาคเรียน จะเป็นการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนเพื่อตรวจสอบให้แน่ชัดว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554 : 115 – 116) ได้สรุปถึงขั้นตอนการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่จะจัดการเรียนรู้ เพื่อเขียน
   1.1 จุดประสงค์ประจำวิชา
   1.2 ผลการเรียนรู้
   1.3 คำอธิบายรายวิชา
2. ศึกษาแนวการสอนของกรมวิชาการ เพื่อ
   2.1 ศึกษารายละเอียดสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละช่วงชั้นและระดับชั้น ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เพื่อเพิ่มเติมอีกให้สมบูรณ์
   2.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้หรือไม่ถ้าไม่สอดคล้องควรปรับและนำมาเขียนในแผนการสอนให้ชัดเจนต่อไป
3. ขั้นเขียนแผนการสอน เป็นขั้นสำคัญซึ่งผู้เขียนต้องวางแผนอย่างรอบคอบ โดยกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดเนื้อหาให้เหมาะกับเวลา กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง กำหนดสื่อการสอนและการวัดผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การสอนอย่างไรก็ตามควรได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับจุดเน้นของหลักสูตร กล่าวคือ ควรได้จัดการเรียนการสอนอย่างเป็นกระบวนการและใช้กระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการกลุ่มกระบวนการแก้ปัญหากระบวนการ 9 ประการ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากขั้นตอนการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สรุปได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนการเขียนดังนี้

1. ศึกษา โครงสร้าง จุดหมายของหลักสูตร มาตรฐาน ตัวชี้วัด และคำอธิบายรายวิชาเพื่อจะนำไปสู่การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ได้
2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระและกิจกรรม การวิเคราะห์จะต้องวิเคราะห์จากจุดประสงค์ และคำอธิบายรายวิชา แล้วนำไปสัมพันธ์กับจุดหมายและหลักการของหลักสูตร เพื่อดูว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรม ครอบคลุมครบถ้วนตามที่หลักสูตรต้องการหรือไม่
3. หากลวิธีการทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การเตรียมการสอน
4. จัดทำสื่อการเรียนการสอน การทำแผนการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องจัดหาสื่อและอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับกลวิธีสอนที่คิดขึ้น

5. จัดทำเครื่องมือวัดและประเมินผล การทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีจะต้องคิดวางแผนให้ครบวงจร คือจะต้องวางแนวทางให้ครอบคลุมถึงการจัดทำเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

1. ความหมายของประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2543 : 416 – 418) ได้ให้ความหมายประสิทธิภาพของสื่อว่า หมายถึง สื่อการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษาที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้เช่น แบบฝึก ชุดการสอน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบเรียนสำเร็จรูป หนังสือส่งเสริมการอ่านหรือกิจกรรมการเรียนการสอนใหม่ ๆ ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นควรมีความถูกต้องด้านเนื้อหา เที่ยงตรง และครอบคลุมเนื้อหา ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตลอดจน ภาษา ถ้อยคำ รูปภาพ และขั้นตอนที่กำหนดขึ้น ต้องเหมาะสมกับนักเรียนด้วย ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหรือใช้การวิเคราะห์คะแนนหรือจะใช้ทั้งสองวิธีก็ได้

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 98 – 99) ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ว่าเป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ภายใต้สถานการณ์และกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยจะมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากแผนการเรียนรู้หรือนวัตกรรมเป็นระยะๆ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความงอกงามของผู้เรียนได้ โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย แบบฝึกทักษะ หรือคะแนนจากพฤติกรรมการเรียน ในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้น สามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคน

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2543 : 418) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องมือโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหรือใช้การวิเคราะห์คะแนนหรือจะใช้ทั้ง 2 วิธี ดังนี้

1. ตรวจสอบด้านเนื้อหาและรูปแบบของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นอย่างน้อย 3 คน ตรวจสอบ ถ้ามีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คน แสดงว่าเนื้อหา และรูปแบบ มีความถูกต้อง เที่ยงตรง และครอบคลุม

2. หาเกณฑ์ของประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษาโดยการวิเคราะห์คะแนน ใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A} X100}$$

$$E_2 = \frac{\sum Y}{\frac{N}{B} X100}$$

เมื่อ E_1 แทน ค่าประสิทธิภาพกระบวนการ

E_2 แทน ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนระหว่างเรียน

$\sum Y$ แทน ผลรวมคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

A แทน คะแนนเต็มรวมระหว่างเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับว่าสื่อหรือนวัตกรรมทางการศึกษามีประสิทธิภาพ คือ ด้านความรู้ ความจำ E_1/E_2 มีค่า 80/80 ขึ้นไป ด้านทักษะปฏิบัติ E_1/E_2 มีค่า 70/70 ขึ้นไป โดย E /E_2 ต้องไม่แตกต่างกันเกินร้อยละ 5

เผชิญ กิจระการ (2544 : 44 – 51) ได้กำหนดการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนใดๆ มีกระบวนการสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีหาประสิทธิภาพ เชิงเหตุผล (Rational Approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) Empirical ทั้งสองวิธีนี้ต้องทำควบคู่กันไปจึงจะมั่นใจได้ว่าสื่อหรือเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)

กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Experts) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability) ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนนำมาหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร ดังนี้

$$CRU = \frac{2N_e - 1}{N}$$

เมื่อ CRU แทน ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)

N_e แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ (Number of Panelists Who Had Agreement Total)

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (Total Number of Panelists)

ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินสื่อการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) นิยมใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปหาค่าในสูตรสำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับจะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 – 5.00 ค่าที่คำนวณได้ต้องสูงกว่าค่าที่ปรากฏในตาราง ถ้าไม่ได้ตามจำนวนจะต้องปรับปรุงแก้ไขสื่อและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach)

วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน แผนการสอน แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่สัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียน หรือแบบทดสอบย่อยโดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น E_1/E_2 = 80/80, E_1/E_2 = 85/85, E_1/E_2 = 90/90 เป็นต้น ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอน จะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ E_1 และ E_2 เป็นตัวเลข ตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไร ยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน ส่วนแนวคิดในการหาประสิทธิภาพที่ควรคำนึง มีดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอน ที่สร้างขึ้นต้องมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการเรียนการสอนอย่างชัดเจน และสามารถวัดได้

2. เนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนการสอน

3. แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบต้องมีการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่ได้วิเคราะห์ไว้ ส่วนความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัด และแบบทดสอบควรมีการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้กำหนดค่าน้ำหนักของคะแนนในแต่ละข้อคำถาม

4. จำนวนแบบฝึกหัดต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และต้องมีแบบฝึกหัด และข้อคำถาม ในแบบทดสอบครอบคลุมทุกจุดประสงค์ของการสอน จำนวนแบบฝึกหัดและข้อ คำถามในแบบทดสอบไม่ควรน้อยกว่าจำนวนวัตถุประสงค์ จะเห็นได้ว่าการคำนวณหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนนี้ เป็นผลรวมของการหาคุณภาพ (Quality) ทั้งเชิงปริมาณที่แสดงเป็นตัวเลข และเชิงคุณภาพ (Quantitative) ที่แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจ ดังนั้นประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน ในที่นี้จึงเป็นองค์รวมของประสิทธิภาพ (Efficiency) ในความหมายของการทำสิ่งที่ถูก (Do The Things Right) นั้นหมายถึง การเรียนอย่างถูกต้องตามกระบวนการของการเรียน และการมีประสิทธิผล หมายถึง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง ทั้งประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

สรุปประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 4 ลักษณะ คือ 75/75, 80/80, 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อนั้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาค้นคว้าตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้ที่ 75/75

ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) เป็นการหาค่าประสิทธิภาพสื่อและนวัตกรรมอีกรูปแบบหนึ่ง สามารถดูพัฒนาการของการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนได้

1. ความหมายของดัชนีประสิทธิผล

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (จุรีพันธ์ ภาษี. 2550 : 41 ; อ้างอิงมาจาก ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2545 : 279) ได้ให้ความหมายของดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) หรือ E.I. หมายถึง ตัวเลขที่แสดงถึงความ ก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน โดยเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน และคะแนนเต็มหรือคะแนนสูงสุดกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ซึ่งรูปแบบการหาค่าดัชนีประสิทธิผล จะใช้สูตรกูดแมน เฟลทเชอร์และชไนเดอร์ (Goodman, Fletcher and Schnieder) ดัชนีประสิทธิผลสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินผลสื่อเริ่มจากการทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นตัวบอกว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่ในระดับใดรวมถึงการวัดทางความเชื่อ เจตคติ และความตั้งใจของนักเรียน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาแปลงให้เป็นร้อยละ หาค่าคะแนนสูงที่เป็นไปได้ จากนั้นนำนักเรียนเข้ารับการทดลองเสร็จแล้วทำการทดสอบหลังเรียนนำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยนำคะแนนก่อนเรียนไปลบออกจากคะแนนหลังเรียน ได้เท่าใดนำมาหารด้วยค่าที่ได้จากการทดสอบสูงสุดที่นักเรียนจะสามารถทำได้ลบด้วยคะแนนทดสอบโดยทำให้อยู่ในรูปร้อยละจากการคำนวณ พบว่าค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง – 1.00 ถึง 1.00 หากค่าทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็น 0 แสดงว่า นักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ ได้คะแนน 0 เท่าเดิม

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 99) ได้กล่าวถึงดัชนีประสิทธิผลว่า เป็นค่าที่แสดงอัตราการเรียนรู้ ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้หรือนวัตกรรมหรือสื่อนั้น ๆ

เผชิญ กิจระการ (2544 : 31) ได้กล่าวถึงดัชนีประสิทธิผลว่า ดัชนีประสิทธิผล คือ ความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน และคะแนนการทดสอบหลังเรียนหรือเป็นการทดสอบหลังเรียนหรือเป็นการทดสอบความแตกต่างเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมดัชนีประสิทธิผลหาได้จากการหาความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลองและการทดสอบหลังการทดลองด้วยคะแนนพื้นฐาน (คะแนนทดสอบก่อนเรียน) และคะแนนที่สามารถทำได้สูงสุดดัชนีประสิทธิผลจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตและการหาประสิทธิภาพสูงสุดของสื่อการเรียนการสอน

2. การหาค่าดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล หาได้จากค่าความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลอง และการทดสอบหลังการทดลองด้วยคะแนนพื้นฐาน (คะแนนทดสอบก่อนเรียน) และคะแนน ที่สามารถทำได้สูงสุด เขียนเป็นสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 117)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนคน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

ค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าระหว่าง —1.00 ถึง 1.00 หากค่าทดสอบก่อนเรียนได้เป็น 0 และการทดสอบหลังเรียนปรากฏว่านักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ คะแนน 0 เท่าเดิม ค่า E.I. จะมีค่า = 1.00 และในทางตรงกันข้าม ถ้าคะแนนทดสอบหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน ค่าที่ออกมาได้จะเป็นค่าลบ เช่น P_1 = 73 %, P_2 = 45 % ค่า E.I. = — 0.38 สภาพการรอบรู้ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องเรียนให้ถึงเกณฑ์สูงสุดที่สามารถเป็นไปได้ ซึ่งกรณีค่าดัชนีประสิทธิผลอาจมีค่ามากถึง 1.00

สรุปดัชนีประสิทธิผลค่าที่แสดงความก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ซึ่งคำนวณได้จากการหาความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลอง และการทดสอบหลังการทดลองด้วยคะแนนสูงสุดที่สามารถทำเพิ่มขึ้นได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยต่างๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แสดงถึงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหามากน้อยเพียงใด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสำคัญ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นดัชนีประการหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของการศึกษา

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมหวัง พิริยานุวัฒน์ (2537 : 71) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งแสดงออกมา 3 ด้านได้แก่ พุทธิพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2541 : 8) ได้สรุปเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ยึดแนวทางของคลอบเฟอร์ (Klopfer) ในการประเมินผลการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ ความคิด แบ่งได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 387– 389) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

อารีย์ วชิรวราการ (2542 : 143) ได้สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึกค่านิยม ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการฝึก การสอน และอบรม ก็นับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยเช่นกัน

สรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง กระบวนการวัดผลการศึกษาว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใดหลังจากเรียนในเรื่องนั้นๆ ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เน้นความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมากน้อยเพียงใด นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ภัทรา นิคมานนท์ (2534 : 23) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่เด็กได้เรียนรู้มาในอดีต ว่ารับรู้ได้มากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปแล้วมักใช้หลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลเพียงใด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 218) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถทางการเรียนด้านเนื้อหา ด้านวิชาการและทักษะต่างๆ ของวิชาต่างๆ หลังจากที่เรียนผ่านมาแล้ว

3. หลักเกณฑ์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 82) กล่าวถึงหลักเกณฑ์ไว้สอดคล้องกัน ดังนี้

1. เนื้อหาหรือทักษะที่ครอบคลุมในแบบทดสอบนั้น จะต้องเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้แบบทดสอบวัดนั้น ถ้านำไปเปรียบเทียบกันจะต้องให้ทุกคนมีโอกาสเรียนรู้ในสิ่งต่างๆ เหล่านั้นได้ครอบคลุมและเท่าเทียมกัน

3. วัดให้ตรงกับจุดประสงค์ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะวัดตามวัตถุประสงค์ทุกอย่างของการสอน และจะต้องมั่นใจว่าได้วัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้จริง

4. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความเจริญงอกงามของนักเรียนการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าไปสู่วัตถุประสงค์ที่วางไว้ ดังนั้น ครูควรจะทราบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความรู้ความสามารถอย่างไร เมื่อเรียนเสร็จแล้วมีความรู้แตกต่างจากเดิมหรือไม่ โดยการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน

5. การวัดผลเป็นการวัดผลทางอ้อม เป็นการยากที่จะใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบวัดพฤติกรรมตรง ๆ ของบุคคลได้ สิ่งที่วัดได้ คือ การตอบสนองต่อข้อสอบ ดังนั้น การเปลี่ยนวัตถุประสงค์ให้เป็นพฤติกรรมที่จะสอบ จะต้องทำอย่างรอบคอบและถูกต้อง

6. การวัดการเรียนรู้ เป็นการยากที่จะวัดทุกสิ่งทุกอย่างที่สอนได้ภายในเวลาจำกัด สิ่งที่วัดได้เป็นเพียงตัวแทนของพฤติกรรมทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้น ต้องมั่นใจว่าสิ่งที่วัดนั้นเป็นตัวแทนแท้จริงได้

7. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องช่วยพัฒนาการสอนของครู และเป็นเครื่องช่วยในการเรียนของเด็ก

8. ในการศึกษาที่สมบูรณ์นั้น สิ่งสำคัญไม่ได้อยู่ที่การทดสอบแต่เพียงอย่างเดียว การทบทวนการสอนของครูก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

9. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรจะเน้นในการวัดความสามารถในการใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ หรือการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

10. ควรใช้คำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์ที่วัด

11. ให้ข้อสอบมีความเหมาะสมกับนักเรียนในด้านต่า ๆ เช่น ความยากง่ายพอเหมาะ มีเวลาพอสำหรับนักเรียนในการทำข้อสอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าในการสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ วิธีการสร้างแบบทดสอบที่เป็นคำถาม เพื่อวัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้วต้องตั้งคำถามที่สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนการสอนได้อย่างครอบคลุมและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

4. ชนิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งชนิดของแบบทดสอบ ไว้ดังนี้

อำนวย เลิศชยันตี (2542 : 88 – 91) แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 18 ชนิด ดังนี้

1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) แบบทดสอบชนิดนี้มีลักษณะประกอบด้วยคำถาม 1 คำถาม มีตัวเลือก 4–5 ตัวเลือก ถ้าเป็นระดับประถมศึกษาควรมี 4 ตัวเลือก ระดับ ป.1 ควรสร้างให้มี 3 ตัวเลือก และควรมีรูปภาพประกอบมากๆ ระดับมัธยมศึกษาจึงควรใช้ 5 ตัวเลือก

2. แบบทดสอบถูก–ผิด (True–False) แบบทดสอบชนิดนี้จัดว่าเป็นแบบเลือกตอบอีกอย่างหนึ่ง แต่มีเพียงถูกหรือผิด หรือมีสองตัวเลือก

3. แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching) ลักษณะของแบบทดสอบจัดว่าเป็นแบบเลือกตอบอีกชนิดหนึ่ง แต่มีตัวเลือกจำนวนคงที่และภายหลังการคัดเลือกตัวเลือกที่ถูกไปแล้วจำนวนตัวเลือกนี้จะลดน้อยลงไปเรื่อย ๆ

4. แบบทดสอบให้เขียนตอบ (Free Response) แบบทดสอบชนิดนี้มีหลายลักษณะเช่น ให้เป็นแบบเติมคำ หรือเติมข้อความสั้นๆ หรือให้เขียนบรรยายแสดงความคิดเห็น

5. แบบทดสอบความเร็วในการคิด (Speed Test) ลักษณะของแบบทดสอบความเร็วจะประกอบด้วยข้อคำถามง่ายๆ แต่มีข้อคำถามจำนวนมากๆ ให้เวลาในการทำข้อสอบน้อยมาก คะแนนที่ได้จะเป็นตัวเลข ที่ชี้ให้เห็นถึงความเร็วในการคิด การทำข้อสอบ

6. แบบทดสอบแบบไม่จำกัดเวลา (Power Test) แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยข้อคำถามที่ค่อนข้างยาก ต้องใช้เวลาในการคิดทำข้อสอบเป็นเวลานาน ดังนั้นจะไม่จำกัดเวลาในการทำข้อสอบ ให้ผู้สอบคิดจนกว่าจะสำเร็จ

7. แบบทดสอบที่วัดความสามารถขั้นสูงสุด (Maximum Performance) แบบทดสอบลักษณะนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสามารถขั้นสูงสุดของผู้สอน ผู้สอนต้องพยายามคิดทำข้อสอบให้ได้คะแนนมากที่สุด คะแนนจะเป็นตัวชี้ถึงความสามารถขั้นสูงสุด เช่น การสอบวัดทางด้านสติปัญญา หรือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. แบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะเฉพาะอย่าง (Typical Performance) แบบทดสอบลักษณะนี้ มีจุดหมายวัดความสามารถบางอย่างบางประการ หรือคุณลักษณะที่ต้องการวัดเพียงบางลักษณะเท่านั้น เช่น แบบทดสอบวัดความสนใจในวิชาชีพ หรือแบบวัดบุคลิกภาพ เป็นต้น

9. แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective Tests) แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยคุณลักษณะสามประการ คือ

9.1 คำถามที่ใช้ถาม เป็นคำถามที่ชัดเจน ถามตรงจุด อ่านแล้วรู้ว่า ถามอะไร

9.2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน ได้กำหนดไว้ชัดเจน ใครๆ ตรวจก็ได้คะแนนตรงกันเท่ากัน

9.3 การแปลผล ทุกคนที่แปลผลย่อมแปลได้ตรงกัน เช่น ใครทำข้อสอบได้ คือ คนเก่ง ใครทำข้อสอบไม่ได้ คือ คนเรียนอ่อน

10. แบบทดสอบแบบอัตนัย (Subjective) แบบทดสอบแบบอัตนัย เน้นที่คนออกข้อสอบเป็นคนตรวจและให้คะแนน การให้คนตรวจก็ย่อมมีข้อยุ่งยากหลายๆ ประการเกี่ยวกับกิเลสในตัวคน

11. การทดสอบที่ใช้การเขียน – ตอบ (Paper – Pencil Test) การทดสอบลักษณะนี้อาจใช้เป็นแบบลักษณะของแบบทดสอบในข้อ 1 ข้อ 2 ข้อ 3 ข้อ 4 ดังที่กล่าวมาเรียกว่าแบบทดสอบที่เป็นการทดสอบที่ใช้เขียนตอบ

12. การทดสอบที่ไม่ใช้การเขียน (Performance) การทดสอบลักษณะนี้ไม่ใช่การเขียนตอบ แต่เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมจากการกระทำโดยตรง เช่น การทดสอบพลศึกษา การทดสอบด้านการปฏิบัติในวิชาช่างประเภทต่าง ๆ

13. การทดสอบที่ใช้นักเรียนเป็นกลุ่ม (Group Tests) การทดสอบที่ใช้ลักษณะนักเรียนทดสอบเป็นกลุ่ม ส่วนมากมักใช้ Paper – Pencil Test เพราะสามารถสอบนักเรียนได้พร้อม ๆ กันถึงแม้นักเรียนจะมีจำนวนมาก

14. แบบทดสอบที่ต้องสอบครั้งละ 1 คน (Individual Tests) การทดสอบที่สอบกับนักเรียนเพียง 1 คน มักเป็นแบบการสอบเพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องทางด้านการเรียน หรือเป็นการสอบความพร้อมทางด้านการเรียน ความพร้อมด้านการฟังความพร้อมด้านการอ่าน และโดยเฉพาะการสอบด้านการปฏิบัติงาน ฯลฯ ซึ่งต้องดูพฤติกรรมอากัปกิริยาของผู้เข้าสอบด้วยการสอบเป็นกลุ่มทำให้ไม่สามารถสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยตรงได้

15. แบบทดสอบที่ใช้ภาษา (Language) แบบทดสอบที่ใช้ภาษาเน้นที่การใช้ภาษาเป็นการสื่อความหมาย เหมาะสำหรับนักเรียนที่สามารถอ่านหนังสือได้เร็วแบบทดสอบที่ใช้ภาษาจึงเหมาะสำหรับนักเรียนที่อ่านคล่อง เช่น ระดับชั้น ป. 4 – 6 และระดับชั้นมัธยมศึกษาขึ้นไป

16. แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา (Non–Language) แบบทดสอบชุดนี้จะเหมาะกับเด็กเล็กๆ และเหมาะกับเด็กที่ไม่สามารถสื่อความหมายด้วยการพูดหรือเขียนได้

17. แบบทดสอบที่ต้องการเฉพาะกระบวนการคิดตอบ (Process) แบบทดสอบลักษณะนี้ ผู้สอบไม่สนใจว่าใครคิดได้หรือไม่ แต่มีความสนใจที่ผู้เข้าสอบคิดอย่างไร

18. แบบทดสอบแบบการสร้างจินตภาพ (Projective) ลักษณะแบบทดสอบการสร้างจินตภาพ เป็นการเน้นให้ผู้เข้าสอบแสดงความรู้ ความคิดต่อสิ่งเร้าต่างๆ (Stimuli) ที่ตนได้พบเห็น ผู้เข้าสอบจะแสดงอาการตอบสนองออกมาเป็นความรู้สึกนึกคิดทัศนคติต่าง ๆ ต่อสิ่งเร้าที่ปรากฏอยู่ ตัวแบบทดสอบที่ใช้เป็นสิ่งเร้า จะมีลักษณะไม่ชัดเจนเพราะต้องการเป็นตัวการที่จะให้ผู้สอบแสดงพฤติกรรม ความรู้สึกในตนตอบสนองออกมาเท่านั้นเมื่อไรที่ตัวแบบทดสอบมีความชัดเจนไม่ถือว่าเป็นการสอบเพื่อวัดการสร้างจินตภาพ การสอบลักษณะนี้จึงเหมาะกับบุคคลที่มีจิตไม่สมประกอบ คนเหล่านี้เมื่อพบเห็นภาพสลัวๆ ไม่ชัดเจนก็จะระบายความรู้สึกนึกคิดที่เป็นปัญหาออกมา ผู้วัดผลก็จะแปลพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นให้เขารู้ว่าเป็นคนอย่างไรมีปัญหาหรือไม่

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542 : 72) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher –Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างกันโดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้น ใช้แล้วก็เลิกกัน ถ้านาไปใช้อีกก็ต้องตัดแปลงปรับปรุงแก้ไข เพราะเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้เฉพาะครั้ง อาจยังไม่มีการวิเคราะห์หาคุณภาพ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่ได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติมาแล้วหลายครั้งหลายหน จนมีคุณภาพสมบูรณ์ทั้งด้านความตรง ความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัยและมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ไว้เปรียบเทียบด้วย รวมความแล้วต้องมีมาตรฐานทั้งด้านการดาเนินการสอบและแปลผลคะแนนที่ได้

สรุปแบบทดสอบมีหลายชนิด ทั้งแบบทดสอบแบบปรนัยแบบอัตนัย แบบเลือกตอบ แบบจำกัดเวลา ที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง หรือแบบทดสอบมาตรฐานอย่างไรก็ตาม การสร้างแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ นั้น ผู้สร้างจะต้องสร้างให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ และเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผู้สอบที่ต้องการจะวัดด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประมาณค่าว่าหลังจากการเรียนแล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถในด้านต่างๆ มากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามจุดมุ่งหมายของวิชานั้นๆ เพียงใด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ จัดกระทำ ตรวจสอบและสื่อความหมายข้อมูลหรือความรู้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนักการศึกษาได้ให้ความหมายความสำคัญและแบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

1. ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1) ให้ข้อสรุปความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2530 : 3) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนมติและหลักการช่วยให้การลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงถูกต้องเชื่อถือได้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียงลำดับจากกระบวนการที่ง่ายไปจนถึงกระบวนการที่ซับซ้อน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2539 : 14) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง

วรรณทิพา รอดแรงเค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 3) ได้อธิบายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทักษะทางปัญญา หรือทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการแก้ปัญหา และใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548 : 9) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา(Intellectual Skills) ไม่ใช่ทักษะปฏิบัติด้วยมือ(Psychomotor Skills/Hand on Skills) เพราะเป็นการทำงานของสมอง และเป็นการคิดทั้งในระดับพื้นฐานและระดับสูง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555 : 28) ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือใช้ในการแก้ปัญหาเป็นทักษะทางความคิดที่มีขั้นตอน เป็นเหตุเป็นผลที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่ๆ หรือเพื่อแก้ปัญหาหนึ่งๆ มีขั้นตอนและข้อกำหนดในการใช้กระบวนการใดบ้างนั้นไม่มีข้อกำหนดหรือรูปแบบที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา หรือวิธีการหาความรู้ในแต่ละเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่พึงประสงค์ที่จะต้องสร้างให้เกิดขึ้นในผู้เรียนจนเป็นนิสัย

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการคิด แสวงหาความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นทักษะทางความคิดที่มีขั้นตอน เป็นเหตุเป็นผลที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่ๆ โดยเกิดจากการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีทางวิทยาศาสตร์ และต้องใช้ทักษะการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อนประกอบกัน สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีด้วยกันหลายทักษะโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้จำแนกประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะโดยยึดกรอบแนวคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for Advancement of Science : AAAS) โดยทักษะที่ 1- 8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาสาสตร์ขั้นพื้นฐานมี 8 ทักษะ และทักษะที่ 9 -13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาสาสตร์ขั้นสูง หรือขั้นผสมผสานมี 5 ทักษะ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ซึ่งประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 การสังเกต

1.2 การวัด

1.3 การจำแนกประเภท

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

1.5 การคำนวณ

1.6 การจัดกระทำ และการสื่อความหมายข้อมูล

1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

1.8 การพยากรณ์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หรือขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) ซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 การตั้งสมมติฐาน

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.4 การทดลอง

2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้เสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หรือขั้นผสมผสาน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524 : 1 – 17 ; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2555 : 30 – 33)

1. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าจะทำการทดลอง โดยอาศัยหลักการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Indentifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

3.1 ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

3.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3.3 ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

4. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretting Data and Conclusion)

5.1 การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

5.2 การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555 : 28 – 33) จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 13 ทักษะดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆโดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด (Measurement) เป็นการเลือกและใช้เครื่องมือทาการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท (Classification) เป็นการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุสิ่งของที่ปรากฏอยู่ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space relationship and Space/Time relationship) สเปสของวัตถุเป็นที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง

ความยาว และ ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ (Using Number) เป็นการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดย การบวก การลบ การคูณ การหาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่โดยการหา ความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) เป็นการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) เป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ

8.1 การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

8.2 การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulated Hypothesis) เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Definding Operationally) เป็นการกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถวัดได้

11. กำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) ในการกำหนดตัวแปรจะต้องบ่งบอก ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง

11.1 ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุ ไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใดๆ ทั้งสิ้น ตัวแปรนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้นจริงหรือไม่

11.2 ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรที่ควบคุมโดยตัวแปรตัวแปรต้น ไม่มีความเป็นอิสระในตัวเองสิ่งที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไป

11.3 ตัวแปรควบคุม เป็นตัวแปรที่ควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลอง นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้เกิดผลการทดลองผิดพลาด

12. การทดลอง (Experimenting) การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการทดลองว่า มีวิธีการทดลองอย่างไร สิ่งใดจะดำเนินการก่อนและหลังเป็นลาดับขั้นตอนอย่างไร ควรใช้วัสดุอุปกรณ์/ สารเคมีอะไรบ้าง มีการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมอย่างไร

12.2 ปฏิบัติการทดลอง เป็นการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผล เป็นการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกตการวัด และอื่นๆ ผลที่ได้จากในการบันทึกนี้จะเป็นข้อมูลของตัวแปรตาม

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) การตีความหมายของข้อมูล เป็นการแปรความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป เป็นการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ยึดหลักการแบ่งประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. แนวทางการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดทักษะการคิดประเภทหนึ่งดังที่

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548 : 9) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ที่เป็นความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา โดยนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงแนวทางในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

Enger และ Yager (2001 : 94) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 วิธี

1. การสังเกตพฤติกรรม เป็นการสังเกตการลงมือปฏิบัติการทลองของนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ

2. การประเมินจากสมุดบันทึก เป็นการให้นักเรียนบันทึกวิธีทดลองโดยใช้แบบประเมินมาตราประมาณค่า

3. การตอบคำถามสั้นๆ เป็นการให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบทดสอบประเภทต่างๆ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบเขียน เป็นต้น

Kabba (2008 : 68) เสนอแนวทางการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าควรใช้การประเมินที่เน้นแนวทางการปฏิบัติเป็นพื้นฐาน (Performance – Based Assessment) เนื่องจากผู้เรียนสามารถแสดงความสามารถของการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจน เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง เป็นต้น จากการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย โดยครูกำหนดประเด็นปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบขณะทำการทดลองต่างๆ จนถึงขั้นนำเสนอผลงานของตนเอง

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2545 : 166) กล่าวถึง การวัดและการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 รูปแบบ คือ

1. การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper and pencil)

2. การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment)

สถาบันส่งเสริมการการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 21) เสนอว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปนิยมใช้ การทดสอบด้วยข้อเขียน เพราะเป็นวิธีการวัดและประเมินผลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีการประเมินในรูปแบบต่างๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1 – 16) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ไว้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะในการสังเกตได้แก่

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

1.4 แยกแยะการสังเกตจากการสรุปอ้างอิงได้

2. ทักษะในการวัด พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการวัดได้แก่

2.1 เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร ฯลฯ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

2.6 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. ทักษะในการจำแนก พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการจำแนกได้แก่

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ที่ตนเองกำหนดได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา ได้แก่

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุ หรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ดังนี้

4.4.1 ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติได้

4.4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดเงา

4.4.3 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

4.4.4 บอกรูปรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลา

5. ทักษะในการคำนวณ พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการคำนวณได้แก่

5.1 การนับ พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกเมื่อเกิดทักษะการนับ คือนักเรียนสามารถนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงแทนจำนวนนับได้ และตัดสินได้ว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการคำนวณคือบอกวิธีการคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้องและแสดงวิธีคำนวณได้

5.3 การหาค่าเฉลี่ย พฤติกรรมที่แสดงออกในการหาค่าเฉลี่ย คือ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ หาค่าเฉลี่ยได้ และแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้

6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูลได้แก่

6.1 เลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้ เช่น กราฟ แผนภูมิ

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูล

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจง่าย

6.5 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.7 วิจารณ์ในเชิงสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่า

7. ทักษะในการลงความเห็นข้อมูล พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการลงความเห็นข้อมูลได้แก่ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม

8. ทักษะในการพยากรณ์ พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการพยากรณ์ ได้แก่

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป ทำนายผลที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 พยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณ ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน ได้แก่

9.1 การหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมได้

9.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

9.3 แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกัน

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการคือ

10.1 กำหนดความหมาย ขอบเขตของคำและตัวแปรต่างๆ ในการสังเกต และวัดได้

10.2 สามารถแยกคำนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากคำนิยามที่ไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

10.3 สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร พฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเกิดทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร ได้แก่

11.1 ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้

11.2 แยกได้ว่าสถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่และสถานการณ์ไหนที่ไม่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่

11.3 สร้างวิธีทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระหนึ่งหรือหลายๆตัวแปร

12. ทักษะการทดลอง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการทดลอง คือ

12.1 ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม และมีการระบุอุปกรณ์ในการที่ใช้ในการทดลองได้

12.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ได้แก่

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่างๆ ได้

13.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ชาญวิทย จรัสสุทธิอิศร (2545 : 82) ได้เสนอผลการวิเคราะห์พฤติกรรมชี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมชี้วัด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมชี้วัด
การตั้งสมมติฐาน	คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองได้สอดคล้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆในปฏิบัติการทดลองให้สามารถทดสอบหรือวัดได้
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	การบ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องการศึกษา
การทดลอง	การออกแบบการทดลอง ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลอง และเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง
การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลพร้อมทั้งสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา

จากตารางข้างต้นแสดงพฤติกรรมชี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานทั้ง 5 ทักษะ สามารถทำให้การวัดและประเมินผลเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานได้ตรงประเด็นและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรุปแนวทางการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถกระทำได้หลากหลายวิธี ทั้งนี้ควรพิจารณาความสอดคล้องของเครื่องมือและพฤติกรรมชี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานที่ต้องการวัดและประเมินเป็นสำคัญ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้พฤติกรรมชี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานตามแนวของ ชาญวิทย จรัสสุทธิอิศร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ยามีล๊ะ อาบู (2550 : 100 – 110) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ระเบียบ อนันตพงศ์ (2550 : 71 – 73) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สนามของแรง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์ (2550 : 85 – 98) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550 : 87 – 91) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ทัศน์มน หนูนิมิต (2551 : 90 – 96) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิดและสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิด และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.89/80.00 และ 75.03/74.17 ตามลำดับ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการ

เรียนรู้เรื่อง อาหารและสารอาหาร กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิดและแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เท่ากับ 0.6962 และ 0.6125 ตามลำดับ แสดงว่าผู้เรียนมีค่าคะแนนทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 69.62 และ 61.25 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิด และที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่เรียน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฐิติสิทธ นิลโสม (2552 : 43 – 67) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.10/77.43 ดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.5281 นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจด้วยการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยรวมอยู่ในระดับมาก

รุ่งระวี ศิริบุญนาม (2552 : 43 – 46) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรียนรู้แบบ KWL และเรียนรู้แบบปกติ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด - เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด – เบส สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด -เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วนิดา สุขสมโสด (2552 : 95 –101) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่อง แรงและความดัน ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7 E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) กับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ ผลการศึกษาพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7 E) ร่วมกับแผนผังความคิด(Mind Map) และแผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ มีประสิทธิภาพ 80.20/83.57 และ 76.49/75.60 ตามลำดับนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7 E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

7 ขั้น (7 E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) มีเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุกัญญา คลังแสง (2552 : 84 – 89) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังมโนมติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการลำเลียงสารในสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังมโนมติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงสารในสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 85.19/84.46 ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.8166 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังมโนมติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงสารในสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยผลการประเมินความพึงพอใจเท่ากับ 4.42 อยู่ในระดับมาก

สุธี ศรศักดา (2552 : 134 – 143) ได้ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและการเรียนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้าน 3 – 5 ด้าน และการคิดวิจารณญาณ โดยรวมและเป็นรายด้าน ทุกด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและรายด้านทุกด้าน และการคิดวิจารณญาณโดยรวมและด้านการตีความมากกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนเก่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน (ยกเว้นด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ) และการคิดวิจารณญาณโดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน (ยกเว้นด้านการนิรนัย) มากกว่านักเรียนอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนและรูปแบบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้งโดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน (ยกเว้นด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ) และการคิดวิจารณญาณโดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน (ยกเว้นด้านการนิรนัยและด้านการประเมินข้อโต้แย้ง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสรุป แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดมีประสิทธิผลเหมาะสม สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณญาณของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม จึงควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูนำรูปแบบการเรียนนี้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาในทุกระดับชั้น

ปาณิสรา ศิริพรรณ (2553 : 46 – 60) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องธาตุและสารประกอบ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) มีผลทำให้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนร้อยละ 82.75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนร้อยละ 75.86 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีความสามารถในการแก้ปัญหา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

รุ่งทิวา หล่าแสนเมือง (2553 : 91 – 96) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.83/81.05 ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6120 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยรวมอยู่ในระดับมาก

วารุณี สีเทียวไทย (2553 : 97 – 102)ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.29/77.66 ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.5838 หมายความว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 58.38 นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศรีบุญตาม โจมศรี (2553 : 96 – 102) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 80.95 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 19.05 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำให้เกิดมโนมติ เรื่องพันธะเคมี สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ดังปรากฏหลักฐานคือแผนผังมโนมติที่นักเรียนเขียนขึ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ พบว่า นักเรียนทำงานอย่างเต็มความสามารถ รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น บันทึกผลข้อมูลตามความเป็นจริง เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยีและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม

อัญชลีรัตน์ รอดเลิศ (2554 : 1186 – 1189) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์มีมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์

มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขุนทอง คล้ายทอง (2554 : 81 – 114) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค การแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ไม่แตกต่างกัน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

วารุณี อินทรบำรุง (2554 : 86 – 93)ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ผลการศึกษาปรากฏดังนี้ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.48/86.20 ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.8165 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารชีวโมเลกุล สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยรวมและ รายด้าน 8 ด้าน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กนกอร รัตนธนากาญจน์ (2554 : 89 – 95) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ประกอบการใช้ผังมโนมติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ประกอบการใช้ผังมโนมติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.82/79.63 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ประกอบการใช้ผังมโนมติ มีค่าเท่ากับ 0.7097 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 70.97 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ประกอบการใช้ผังมโนมติ มีคะแนนผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการศึกษาค้นคว้า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อ

การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ประกอบการใช้ผังมโนมติ อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14

เบญจวรรณ สวัสดิรักษ์ (2554 : 92 – 98) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิด เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏดังนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิด เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.75/80.00 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิด เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 0.6190 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิดเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกอยู่ในระดับมาก ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิด เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตื่นเต้นและสนุกกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิดเพราะได้ศึกษาค้นคว้าทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ได้เขียนหนังสือน้อยลงได้ใช้สีระบายคล้ายการวาดภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากขึ้น โดยสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิดเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลเหมาะสม แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือใช้เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับพัฒนาผู้เรียนในโอกาสต่อไปได้

บุษวรรณ บุญแนน (2554 : 95 – 99) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เคมีอินทรีย์ และจิตวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWLประกอบผังมโนทัศน์ มีการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ มีการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .0001$) โดยสรุป นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ มีการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์และครูผู้เกี่ยวข้องสามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสาระอื่น ๆ

สุกัญญา วิเศษทักษิณ (2554 : 89 – 94) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง อาหารและสารเสพติดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนผังความคิดร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น การศึกษาค้นคว้าปรากฏผลดังนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิดร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.49/80.56 ดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.7410 นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนผังความคิดร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .0001$) โดยสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิดร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นกระบวนการเรียนที่มุ่งให้ผู้เรียนสืบค้น สำรวจ ตรวจสอบด้วยวิธีการต่างๆ อย่างหลากหลาย การนำแผนผังความคิดมาใช้ร่วมในการจัดการเรียนรู้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดความคิด หรือข้อมูลต่างๆ โดยใช้ภาพ สี เส้น แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างความคิดหลัก ความคิดรองและความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันส่งผลให้นักเรียนพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในราย วิชาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Selahattin (2006 : 82) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับ การสอนแบบ 7E ผลการศึกษาพบว่า การใช้รูปแบบการสอนทั้งสองวิธีทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ และ เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันทั้งสองวิธี

Sengchanh Phoumsavanh (2007 : 602 – 611) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบในวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยแห่งชาติดงโดก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบในวิชาเคมีมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

Kilinc (2007 : 6) ได้ศึกษาผลจากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะในห้องปฏิบัติการโดยได้ทำการศึกษาจากนักเรียนจำนวน 24 คน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียน Ataturk Anatolian High School ปี 2006- 2007 เครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า คือ แผนการสอนที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 แผน แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการสอนแบบสืบเสาะของนักเรียนจำนวน 6 ข้อ แบบปลายเปิด ศึกษาจากการสังเกตกิจกรรมการเรียนการบันทึกวีดีโอขณะปฏิบัติการสอน เรื่องการสังเคราะห์แสง ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการทำกิจกรรมในห้องวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ที่คงทน มีความสุขในการเรียน กิจกรรมการเรียนแต่ละขั้นตอนจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันกับเพื่อน สามารถเรียนรู้ตามความถนัดและความแตกต่างระหว่างบุคคล ตลอดจนมีความพอใจและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยามากขึ้น

Neber Heinz และ Anton Michale (2008 : 1801) ได้ศึกษาการเตรียมกิจกรรมการทดลองวิชาเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยเน้นการใช้คำถาม ผลการศึกษาพบว่า การเตรียมการทดลองเป็นขั้นตอนหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ การตั้งคำถามจะกระตุ้นความอยากรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

Yenilmez (2008 : 1694) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์ จำนวน 52 คน เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้รูปแบบการสอน7E ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระดับประถมศึกษา ในตุรกี ผลการศึกษาพบว่า ครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่นิยมการประยุกต์ใช้รูปแบบการสอน 7E ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Kaleli Yilmaz (2010 : 1405) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ 7E เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Altan (2010 : 2282) ได้ศึกษาผลการสำรวจครูผู้สอนคอมพิวเตอร์ จำนวน 57 คน ในการพัฒนาสื่อการสอนคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ปฏิบัติการทดลองวิชาเคมี ผลการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนคอมพิวเตอร์ทั้งหมดเห็นด้วยกับการจัดการทดลองทางเคมีที่เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ แบบ 7E และควรนำผลจากการวิจัยนี้ขยายผลไปยังครูผู้สอนคอมพิวเตอร์อื่นและครูผู้สอนรายวิชาอื่นๆ

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งในและต่างประเทศ ทำให้ผู้ศึกษาค้นคว้าได้เห็นแนวทางที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นการลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบโดยการปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทนและทำให้สามารถสรุปความรู้เป็นความคิดรวบยอดของตนออกมาเป็นผังมโนทัศน์ได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมีสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 จำนวน 3 ห้องเรียน (ม.5/1– ม.5/3) จำนวน 103 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30 จำนวน 38 คน จาก 3 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มี 2 ชนิด คือ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน เวลาทั้งหมด 16 ชั่วโมง ไม่รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2. แบบทดสอบ

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) จำนวน 40 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) จำนวน 30 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีองค์ประกอบ วิธีการสร้าง และหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.1.2 ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้

1.1.3 สาระสำคัญ

1.1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1.5 สาระการเรียนรู้

1.1.6 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.1.7 การวัดและประเมินผล

1.1.8 กระบวนการจัดการเรียนรู้

1.1.9 บันทึกหลังสอน

1.1.10 ข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

1.2 ศึกษาเอกสารหลักสูตร ดังนี้

1.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

1.2.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน

1.2.3 ศึกษาสาระการเรียนรู้ การจัดเวลาเรียน คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และหน่วยการเรียนรู้ วิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำภาคเรียนที่ 2

1.2.4 แบ่งเนื้อหาเนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ออกเป็น 2 บท ดังนี้

บทที่ 1 ปริมาณสารสัมพันธ์

หน่วยที่ 1 มวลอะตอมและมวลโมเลกุล

หน่วยที่ 2 โมล

หน่วยที่ 3 สารละลาย

หน่วยที่ 4 การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

หน่วยที่ 5 การคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมี

บทที่ 2 ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

หน่วยที่ 1 ของแข็ง

หน่วยที่ 2 ของเหลว

หน่วยที่ 3 แก๊ส

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ใช้ หน่วยที่ 3 เรื่องสารละลาย ของบทที่ 1 นำมาสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

1.3 ศึกษาเทคนิควิธีสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

1.3.1 ศึกษาเอกสารการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3.2 ศึกษาเทคนิคการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากหนังสือการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ Backward Design (วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. 2554 ก : 1 – 37) และหนังสือนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ (วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. 2554 ข : 305 – 350)

1.4 สร้างตารางความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเรื่อง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสารละลาย ดังตาราง 2

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อเรื่อง สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้

ชื่อเรื่อง	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
ความเข้มข้นหน่วยร้อยละ	ความเข้มข้นหน่วยร้อยละแบ่งย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. ร้อยละโดยมวล หมายถึงมวลของตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน 2. ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร หมายถึงปริมาตรของตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน 3. ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรหมายถึงมวลของตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร	1. อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ได้
ส่วนในล้านส่วนและเศษส่วนโมล	เศษส่วนโมล หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของสารต่อจำนวนโมลของสารทั้งหมด ส่วนในล้านส่วน (part per million) “ppm”เป็นหน่วยที่ใช้ในกรณีที่สารมีจำนวนน้อยๆ ซึ่งใช้อยู่ในรูป 1. หน่วยส่วนในล้านส่วนโดยมวลต่อมวล หมายถึง มวลของตัวละลายทีมีอยู่ในสารละลาย 1 ล้านหน่วยมวลเดียวกัน 2. หน่วยส่วนในล้านส่วนโดยมวลต่อปริมาตร หมายถึง มวลของตัวละลายที่มีอยู่ใน 1 ล้านหน่วยปริมาตร เช่น มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	2. อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยส่วนในล้านส่วน และเศษส่วนโมลได้

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร และ โมล/กิโลกรัม	โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร (1 ลิตร) หรือ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร โมล/กิโลกรัม หมายถึง จำนวนโมล ของตัวละลายที่มีอยู่ในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม หรือ 1,000 กรัม	3. อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร และ โมล/กิโลกรัมได้
การเตรียมสารละลาย	การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการ อาจจะเตรียมได้หลายวิธี เช่น 1. เตรียมจากสารบริสุทธิ์ ซึ่งอาจจะทำได้โดยการชั่งสารบริสุทธิ์แล้วนำมาละลายในตัวทำละลาย 2. เตรียมโดยทำให้เจือจาง โดยการนำสารละลายเข้มข้นมาเติมน้ำ 3. เตรียมโดยการนำสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันมาผสมกัน	4. อธิบายการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้
จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์	โดยทั่วไปจุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย ส่วนจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย	5. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้
จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน	สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน แม้ว่าตัวละลายจะเป็นสารต่างชนิดกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัมเท่ากัน จุดเดือดจะเท่ากัน	6. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความ

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน	สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัมต่างกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า	7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันได้
ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และค่าคงที่การลดลงของจุด	ค่าคงที่ของการเพิ่มของจุดเดือด (K_b) = จุดเดือด (ของสารละลาย 1 mol/kg) – จุดเดือด (ตัวทำละลาย) ทำละลาย) – จุดเยือกแข็ง (สารละลาย 1 mol/kg)	8. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็งได้

1.5 จัดพิมพ์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำในส่วนที่บกพร่องของภาษาที่ใช้ เนื้อหา จุดประสงค์ การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลและข้อเสนอแนะต่างๆแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความถูกต้อง เหมาะสม และความเป็นไปได้ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น โดยดัดแปลงและแปลความหมายค่าเฉลี่ยเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือเหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 71 – 73)

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	เหมาะสมมาก
2.51-3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1.6.1 นางวิยะดา ธีร์รัตน์คุณากร วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา ตำแหน่ง ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านค่ายวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล และการวิจัย

1.6.2 นางวารุณี อินทรบำรุง วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.6.3 นางสว่าง ศรีสมบูรณ์ วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนภูแลนคาวิทยายน อำเภอบ้านเขว้า จังหวัด ชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและกระบวนการสอนวิทยาศาสตร์

1.7 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกแผนทั้ง 23 ข้อ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.66 – 4.84 มีความเหมาะสมมากที่สุด (ตาราง 11 ภาคผนวก ค)

1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และให้ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ให้ถูกต้องสมบูรณ์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน เพื่อหาคุณภาพ ความเหมาะสมของเวลา ขั้นตอน และกิจกรรม สื่อและแหล่งเรียนรู้ ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ และนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง จากการทดลองพบว่าเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้น้อยเกินไป นักเรียนศึกษาใบความรู้ ใบงานและทำการทดลองไม่ทันเวลา ภาษาที่ใช้ในใบความรู้ยากเกินไปผู้ศึกษาค้นคว้าจึงได้ปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการทำกิจกรรมบางกิจกรรมให้กระชับและรวดเร็วขึ้น

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยและจัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวิธีการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษาเนื้อหา ผลการเรียนรู้ เรื่องสารละลาย จากหนังสือเรียนและคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม (Bloom)

2.2 ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดเลือกตอบจากหนังสือ การวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 62 – 97) และอื่นๆ

2.3 กำหนดจำนวนข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 40 ข้อ แล้วทำการเขียนข้อสอบ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบ

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนวนข้อสอบ	
		ทั้งหมด	ต้องการ
ความเข้มข้นหน่วยร้อยละ	1.อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	10	7
ส่วนในล้านส่วน และเศษส่วนโมลได้	2.อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยส่วนในล้านส่วน และเศษส่วนโมลได้	8	5
โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และโมลต่อกิโลกรัม	3.อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และโมลต่อกิโลกรัมได้	10	8
การเตรียมสารละลาย	4. อธิบายการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้	10	7
จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลาย	5. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้	7	4
จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน	6. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้	5	3
จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน	7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันได้	5	3
ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็งได้	8. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็งได้	5	3
รวม		60	40

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ เพื่อขอคำแนะนำหรือตรวจสอบข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เป็นผู้ตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธีหาดัชนีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 220)

ผลการพิจารณาพบว่า ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์จำนวน 60 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จึงนำมาจัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปทดลองใช้ (ตาราง 12 ภาคผนวก ค)

2.5 นำแบบทดสอบ ที่เข้าเกณฑ์ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 35 คน แล้วตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูก ให้ข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

2.6 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (B) ตามวิธีของ Brennan (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 106) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.12 – 0.93 คัดไว้จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.55 – 0.93 ครบตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ (ตาราง 14 ภาคผนวก ค)

2.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 40 ข้อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้วิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 112) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94 (ตาราง14 ภาคผนวก ค)

2.8. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดกรอบความคิดของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for Advancement of Science : AAAS) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ในแต่ละข้อมีเกณฑ์ดังนี้ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการสร้าง ตามลำดับขั้นดังนี้

3.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ จากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนขอบข่ายของเนื้อหาและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมพฤติกรรมชี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานทั้ง 5 ทักษะ จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ ดังตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน พฤติกรรมชี้วัดและจำนวนข้อสอบ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน	พฤติกรรมชี้วัด	จำนวนข้อสอบ	
		ทั้งหมด	ต้องการ
การตั้งสมมติฐาน	คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองได้สอดคล้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม	10	6
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆในปฏิบัติการทดลองให้สามารถทดสอบหรือวัดได้	10	6
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	การบ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆ ในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องการศึกษา	10	6
การทดลอง	การออกแบบการทดลอง ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลอง และเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง	10	6
การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลพร้อมทั้งสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา	10	6
รวม		50	30

3.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว พร้อมแบบประเมิน เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับพฤติกรรมชี้วัดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีหาดัชนี

ค่าความสอดคล้อง (Index of Consistency : IC) (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2552 : 107) ผลการประเมินพบว่า มีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ จำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีค่า IC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จึงนำมาจัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปทดลองใช้ (ตาราง 13 ภาคผนวก ค)

3.7 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน จำนวน 35 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการทดลองใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อหาคุณภาพ

3.8 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ผลการวิเคราะห์ได้ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.16 – 0.82 ค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.12 – 0.77 คัดไว้จำนวน 30 ข้อซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.28 – 0.82 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.77 ครบทุกทักษะ ทักษะละ 6 ข้อ ตามที่กำหนดไว้ (ตาราง 15 ภาคผนวก ค)

3.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน KR-20 (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 231) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 (ตาราง 15 ภาคผนวก ค)

3.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนในการศึกษาค้นคว้า

รูปแบบของแผนการทดลองที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลังเรียน (One Group Pretest Posttest Design) มีลักษณะการทดลอง ดังตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 แบบแผนการทดลอง One Group Pretest Posttest

กลุ่ม	Pretest	Treatment	Posttest
กลุ่มทดลอง	T_1	X_1	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนแบบแผนการศึกษาค้นคว้า

T_1 ทดสอบก่อนเรียน

X_1 ทดลองสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

T_2 ทดสอบหลังเรียน

2. ลำดับขั้นตอนดำเนินการศึกษาค้นคว้า

2.1 นำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลจากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

2.2 ชี้แจงรายละเอียดแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

2.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pre test) โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเรื่องสารละลาย จำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน จำนวน 30 ข้อ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

2.4 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ระหว่างการสอนในแต่ละแผน ผู้ศึกษาค้นคว้าดำเนินการเก็บคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน (การประเมินใบงานการทดลอง การประเมินใบงาน การประเมินผังมโนทัศน์) การประเมินพฤติกรรมการเรียนและการทดสอบย่อย แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

2.5 ทดสอบหลังเรียน (Post test) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเรื่องสารละลาย จำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน จำนวน 30 ข้อ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้จัดทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruency : IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 220)

1.2 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อโดยหาดัชนีบี (B Index) ตามวิธีการของเบรนแนน (Discrimination Index B) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 106)

1.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett Method) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 112)

1.4 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Level of Difficulty: P) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของ สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 199)

1.5 วิเคราะห์อำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน โดยใช้สูตรของ สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 199)

1.6 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานโดยใช้สูตร Kuder –Richardson KR-20 (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 223)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ศึกษาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ตามเกณฑ์ 75/75 โดยหาค่าร้อยละ ด้วยการคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2552 : 113 –114)

2.2 วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 117)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

2.3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ t – test (One Samples)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 220) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของเบรนแนน (Discrimination Index B) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 106)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก
U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

1.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 112)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - k\sum x_i^2}{[k-1]\sum[x_i - c]^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

x_i แทน คะแนนรวมของคนแต่ละคน

c แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

1.4 การวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (Index of Consistency : IC) (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2552 : 107)

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัด

$\sum R$ แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.5 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Level of Difficulty: P) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 199)

$$P = \frac{H + L}{2N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

1.6 วิเคราะห์อำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 199)

$$r = \frac{H - L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

1.7 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร Kuder – Richardson (KR-20) ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 223)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
n แทน จำนวนข้อเครื่องมือของที่วัด
p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ คือ 1- p
S^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

2. วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 113 – 114) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A} X100}$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$ แทน คะแนนรวมของการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน การประเมินพฤติกรรมการเรียน และการทดสอบย่อย
A แทน คะแนนเต็มของการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน การประเมินพฤติกรรมการเรียน และการทดสอบย่อย
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum Y}{\frac{N}{B} X100}$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum Y$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 117)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

4. สถิติพื้นฐาน

4.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร P (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 122)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

4.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 124)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่มความถี่ทั้งหมด

4.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 126)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
$\sum$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

5. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ซึ่งไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร โดยใช้สถิติ t – test (One Samples) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 130)

$$t = \frac{\overline{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ t แทน การทดสอบค่า t - test
$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ แทน ค่าคงที่ค่าหนึ่ง (ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร)
S แทน ส่วนเบี่ยงเบนของกลุ่มตัวอย่าง
n แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง
df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ n-1

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ผู้ศึกษาค้นคว้าได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันในการแปลความหมายข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

df แทน ชั้นแห่งความอิสระ (Degrees of Freedom)

E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 หาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้ E_1/E_2 ผลการวิเคราะห์ ปรากฏผลดังตาราง 6, 7 และ 8

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

แผนที่	คะแนนเต็ม			คะแนนที่ได้					
	กิจกรรมระหว่างเรียน	พฤติกรรมการเรียน	สอบย่อย	กิจกรรมระหว่างเรียน	พฤติกรรมการเรียน	สอบย่อย	คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.
1	30	10	10	928	321	302	1,541	40.55	0.72
2	30	10	10	889	332	316	1,537	40.48	0.77
3	30	10	10	878	331	303	1,512	39.79	0.67
4	30	10	10	872	336	304	1,512	39.79	1.00
5	30	10	10	940	332	304	1,576	41.48	0.99
6	30	10	10	816	317	316	1,449	38.13	0.71
7	30	10	10	909	335	323	1,567	41.23	0.60
8	30	10	10	923	335	327	1,585	41.71	0.62
รวม	240	80	80	7,154	2,644	2,497	12,286	323.31	6.84

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย 80.83

ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) 80.83

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน การสังเกตพฤติกรรมการเรียน และการทำแบบทดสอบย่อยมีค่าเฉลี่ย 323.31 คิดเป็นร้อยละ 80.83 แสดงว่า ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 80.83

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม
28	4	112
29	3	87
30	6	180
31	10	310
32	8	256
33	4	132
34	3	102
รวม	38	1,179
คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	31.03	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	1.68	
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	77.58	
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	77.58	

จากตาราง 7 พบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.03 คิดเป็นร้อยละ 77.58 แสดงว่า ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.58

ตาราง 8 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (E_1/E_2)

ผลการเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1)	400	323.31	6.84	80.83
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	40	31.03	1.68	77.58

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.83/77.58

จากตาราง 8 พบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 80.83 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.58 ดังนั้นประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.83/77.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏผลดังตาราง 9

ตาราง 9 ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

จำนวนนักเรียน	ผลรวมของคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
38	624	1,179	0.6194

จากตาราง 9 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีค่าเท่ากับ 0.6194 หรือคิดเป็นร้อยละ 61.94

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ t-test (One Samples) ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผลการเรียนรู้	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ (ร้อยละ 75)	t
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย	31.03	1.68	40	30	3.77*
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน	23.08	1.60	30	22.50	2.13*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียน สูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

สรุปผล

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/77.58 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75
2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่า เท่ากับ 0.6194 หรือคิดเป็นร้อยละ 61.94 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร้อยละ 61.94
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียน สูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/77.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น สามารถสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน เกิดความกระตือรือร้น อยากเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุวัตถุตามประสงค์ การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนซึ่งจะทำให้ผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีการกำหนดการใช้ทักษะกระบวนการ ในแต่ละขั้นไว้อย่างชัดเจน โดยนักเรียนมีโอกาสได้ใช้ทักษะกระบวนการในทุกขั้นตอนซ้ำเดิมหลายๆ ครั้ง และต่อเนื่องกันนักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความสามารถในทักษะกระบวนการทุกด้านอย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ของธอร์นไดค์ (ประสาท เนืองเฉลิม. 2550 : 25 – 30 ; อ้างอิงมาจาก Eisenkraft. 2003 : 56 – 59 ; สุพจน์ ศุภกุล. 2537 : 155 – 159) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหาสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนที่เน้นการใช้สติปัญญา ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของกานเย่ (Gagne) และทฤษฎีการประมวลความรู้ใหม่จากประสบการณ์การเรียนรู้เดิมของ วีกอสกี้ (Vygotsky) การจัดการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองและก่อนที่จะเริ่มสอนควรมีการทบทวนความรู้เดิมเพื่อเป็นพื้นฐานในการหาความรู้ใหม่ เพราะประสบการณ์และความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนมีอยู่เป็นเรื่องสำคัญ ครูจะต้องพยายามศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจให้ได้ก่อน จากนั้นจึงออกแบบวิธีสอนที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งที่ยังไม่รู้ในขั้นต่อไป เป็นความพยามหาทั้งความรู้พื้นฐานของผู้เรียน และหาความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ผู้เรียนรู้แล้วกับสิ่งที่ยังไม่รู้โดยครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ (Scaffold Facilitator) ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นผู้ให้ความรู้และไม่ให้ความช่วยเหลือมากไปกว่าที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างอิสระ (สำลี ทองธิว. 2545 : 95 ; สุวัฒน์ ทับทิมเจือ. 2549 : 109 ; ทิศนา แขมมณี. 2553 : 141) โดยในขั้นแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือการตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมทองถิ่น หรือประเด็น

ข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียน และยังสามารถจัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ผู้เรียนจะทำกิจกรรมโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ไปสู่กระบวนการคิดเพื่อสร้างแนวความคิดหรือมโนมติ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลสามารถแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกิจกรรมที่หลากหลายประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถามการวางแผน การสืบค้น การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร นิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง การทบทวนความรู้ที่มีอยู่เมื่อได้รับหลักฐานใหม่จากการทดลอง การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป อีกทั้งการใช้เทคนิคการสรุปองค์ความรู้ของตนเองเป็นผังมโนทัศน์มาประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ผู้เรียนได้ฝึกการสรุปสาระสำคัญหรือความคิดหลัก จึงจดจำได้นานเกิดความคงทน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุกัญญา คลังแสง (2552 : 89) กนกอร รัตนธนากาญจน์ (2554 : 95) และสุกัญญา วิเศษทักษิณ (2554 : 94) พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังมโนมติกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.19/84.46 80.82/79.63 และ 83.49/80.56 ตามลำดับ

2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.6194 หรือคิดเป็นร้อยละ 61.94 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร้อยละ 61.94 การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้ ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสร้างและหาคุณภาพที่เป็นระบบ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมชัดเจน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็นและแก้ไขปัญหาเป็น ได้สืบค้น แสวงหาความรู้ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนเกิดความรู้ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นการนำการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวามาใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม กระบวนการเรียนรู้เริ่มจากให้ผู้เรียนบูรณาการประสบการณ์เดิมหรือปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนเพื่อให้รู้คุณค่าของสิ่งที่เรียน การสร้างความคิดรวบยอดและสรุปองค์ความรู้เป็นผังมโนทัศน์ การเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่เข้ากับโครงสร้างความรู้เดิมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์เข้าด้วยกันอย่างมีความหมายและเก็บผังความรู้นั้นไว้ในหน่วยความจำระยะยาว ทำให้ความรู้นั้นมีความคงทน (กรมวิชาการ. 2542 : 6) การลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างอิสระเต็มตามศักยภาพและแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากผู้อื่น เพื่อขยายกรอบความคิดของผู้เรียนให้กว้างไกลออกไป ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่กล่าวมานี้มีการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล อันเกิดจากการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพจึงส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการทางความคิด สามารถเรียนได้ดี ผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนดีตามไปด้วย สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 215) ที่ให้กรอบความคิดว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องเน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งเรียนรู้ ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล

สืบค้นข้อมูลที่ไปสู่การหาคำตอบส่งเสริมให้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาสูงขึ้น จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฐิติสิทธ นิลโสม (2552 : 67) รุ่งทิวา หล่าแสนเมือง (2553 : 95) และ กนกอร รัตนธนากาญจน์ (2554 : 92) พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5281 0.6120 และ 0.7097 ตามลำดับ

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหลังเรียน สูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามแนวคิดทฤษฎีของนักการศึกษาอย่างเป็นขั้นตอน คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ได้ผ่านกระบวนหาคุณภาพก่อนนำเครื่องมือเหล่านั้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง และเมื่อนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้สร้างความรู้แบบกระบวนการ ได้สรุปองค์ความรู้เป็นผังมโนทัศน์ จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ตั้งไว้ในตอนต้น สอดคล้องกับ ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การเรียนรู้นั้นจะมีความหมายกับผู้เรียน ถ้าการเรียนนั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การใช้ผังมโนทัศน์ซึ่งมีลักษณะเป็นทั้งภาพและข้อความช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active Learning) การนำเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบมโนทัศน์ การแยกแยะข้อมูล เพื่อให้เห็นองค์ประกอบหลักที่เชื่อม โยงกันอยู่อย่างชัดเจนสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ง่าย และเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น (ทิศนา แขมมณี. 2553 : 68 ; อ้างอิงมาจาก Ausubel. 1963 : 77 – 79) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วนิดา สุขสมโสด (2552 : 98) ได้วิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่อง แรงและความดัน ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) กับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับการศึกษาของ ปาณิสรา ศิริพรรณ (2553 : 52) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ผลการ ศึกษาพบว่า นักเรียนร้อยละ 82.75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีบุญตาม โจมศรี (2553 : 99) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับแผนผังมโนมติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 80.95 ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 19.05

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นเหมาะที่จะใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ จัดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปในลักษณะของวัฏจักร การจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งจะเริ่มต้นจากการตรวจสอบความรู้เดิมและจบลงโดยการนำความรู้ไปใช้ นอกจากนี้การนำเทคนิคการสรุปองค์ความรู้เป็นผังมโนทัศน์ ทำให้สามารถพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาได้ดี จึงมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้พบข้อสังเกตต่างๆ ที่พอจะสรุปเป็นข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น พบว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และดัชนีประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม อีกทั้งผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ครูผู้สอนควรนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ รวมทั้งนำแนวทางการพัฒนาไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาวิชาและระดับชั้นอื่นๆ โดยการปรับระยะเวลาที่ใช้ให้ยืดหยุ่นตามความเหมาะสมกับสภาพของโรงเรียนและห้องเรียน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารละลาย ครูผู้สอนต้องทำการปฐมนิเทศนักเรียนให้เข้าใจอย่างถูกต้องตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อปฏิบัติได้อย่างถูกต้องทันตามกำหนดเวลาและไม่เกิดปัญหาทั้งนี้ครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สภาพความพร้อมของอารมณ์ สังคม สติปัญญาและพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนให้ค้นหาความสามารถของตนเอง

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาค้นคว้าหรือทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ในเนื้อหาอื่นๆ ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นและช่วงชั้นอื่นๆ

2.2 ควรทำการศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์ไปประยุกต์ใช้กับวิธีการสอนหรือรูปแบบการสอนอื่นๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้ามีข้อมูลทางเลือกที่หลากหลาย

2.3 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นกับตัวแปรอิสระอื่นๆ เช่น เพศ หรือการจัดกลุ่มตามระดับความสามารถทางการเรียน

2.4 ควรมีการศึกษาความคงทนจากการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เพื่อสนับสนุนประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกอร รัตนธนากาญจน์. ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ประกอบการใช้ผังมโนมติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน. สรุปผลการเรียน ภาคเรียนที่ 1/2554. ชัยภูมิ : โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน, 2554.

_____. สรุปผลการเรียน ภาคเรียนที่ 2 /2554. ชัยภูมิ : โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน, 2555.

กรมวิชาการ. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

กรมวิชาการ. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2544.

ขุนทอง คล้ายทอง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. “ความคิดรวบยอด เรื่องที่ครูควรอ่าน,” ศิลปกรรมศาสตร์. 2(20) : 19-20 ; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2537.

จุรีพันธ์ ภาษี. ผลการอ่านอย่างมีวิจารญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมกลุ่มร่วมมือ. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.

ชาญวิทย จรัสสุทธิอิศร. การพัฒนากฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.

ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : แพรัตนอนุสรณ์, 2526.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : แดแน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชัน, 2554.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. การคำนวณประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2543.

ฐิติสิทธ นิลโสม. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

ทิศนา แขมมณี. “การพัฒนากระบวนการคิด แนวทางหลากหลายสำหรับครู,” วารสารครุศาสตร์. 15(10) : 48- 49 ; มกราคม- มีนาคม, 2546.

_____. ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์, 2553.

ทัศน์มน หนูนิมิต. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิดและสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.

เบญจวรรณ สวัสดิรักษ์. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังความคิดเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2553.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. การวิจัย การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ : ศรีอนันต์, 2542.

บุษวรรณ บุญแนน. การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เคมีอินทรีย์ และจิตวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบ KWL ประกอบผังมโนทัศน์ และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.

ปาณิสรา ศิริพรรณ. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องธาตุและสารประกอบ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ประดิษฐ์ ทองคำปลิว และครรชิต มนูญผล. จากหลักสูตรสู่แฟ้มผลงานข้าราชการครู. กรุงเทพฯ : ซูม, 2541.

ประไพลิน จันทร์หอม. ผลการสอนสุนทรียภาพของชีวิตโดยใช้เทคนิคการจัดผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสถาบันราชภัฏเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ประสาท เนืองเฉลิม. “การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น,” วารสารวิชาการ. 10(4) : 25–30 ; ตุลาคม–ธันวาคม, 2550.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี, 2543.

เผชิญ กิจระการ. “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2),” วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 7 : 44-51 ; กรกฎาคม, 2544.

ผดุงยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2530.

พันธ์ ทองชุมนุม. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2547.

พวงลดา วรสาร. ผลการใช้แผนผังมโนมติในกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟแมนเนจเม้นท์, 2544.

_____. วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2548.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. “ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนสืบเสาะ (Inquiry Approach),” ใน เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์. หน้า 1-2. มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2545.

ภัทรา นิคมานนท์. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : ทิพยสุทธิ์, 2534.

ภพ เลาหไพบูลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2539.

_____. แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.

_____. แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2542.

มนัส บุญประกอบ. “ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา : แผนภูมิมโนทัศน์,” วารสาร สสวท. 69(10) : 26-29 ; มกราคม-มีนาคม, 2533.

มณี โพธิเสน. ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียนต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนโพธิเสนวิทยา อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2543.

ยามีล๊ะ อาบู. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2550.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ระเบียบ อนันตพงศ์. ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2550.

รุ่งทิวา หล่าแสนเมือง. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่5. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.

รุ่งระวี ศิริบุญนาม. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด- เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

รติพร ศรีลาดเลา. การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักการเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน. เอกสารรายงานผลการเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554. ชัยภูมิ : โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน, 2554.

_____. เอกสารรายงานผลการเรียน ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2554. ชัยภูมิ : โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน, 2555.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิควิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2538.

วนิดา สุขสมโสด. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่องแรงและความดัน ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7 E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) กับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

วารุณี สีเทียวไทย. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.

วารุณี อินทรบำรุง. การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คอมฟิวกราฟิก, 2542.

วงสถิต วัฒนเสรี. ผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีวิธีการเสนอกรอบมโนทัศน์ต่างกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2545.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์, 2542.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ Backward Design. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554 ก.

_____. นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554 ข.

ศิริมา เผ่าวิริยะ. การพัฒนาชุดการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกิจกรรมแผนผังมโนมติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. นครสวรรค์ : สถาบันราชภัฏนครสวรรค์, 2544.

ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์. ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน และคณะ. เส้นทางความก้าวหน้าของข้าราชการครู : คู่มือการจัดทำแผนการสอน. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์, 2536.

ศรีบุญตาม โจมศรี. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

สงบ ลักษณะ. จากหลักสูตร...สู่แผนการสอน. กรุงเทพฯ : องค์การค้าคุรุสภา, 2533.

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว), 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2524.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.

_____. การจัดการเรียนการสอนกลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30. เอกสารรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net). ปีการศึกษา 2554. ชัยภูมิ : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30, 2555.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. UTQ online e-Training Course. 2555. <www.utqonline.net > 2555.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. หนังสือชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษา “การสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ Scientific Investigations”. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2551.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. สาระสำคัญการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ.2552-2561) 2555. <http://www.onec.go.th.> 2552.

สำนักพัฒนาการฝึกหัดครู. เอกสารการเรียนรู้ชุดวิชาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 ระดับปริญญาตรี หมวดวิชาเฉพาะด้านกลุ่มวิชาชีพครู. กรุงเทพฯ : สำนักงานสถาบันราชภัฏ, 2546.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2552.

สุกัญญา คลังแสง. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้ผังมโนมติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงสารในสิ่งมีชีวิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

สุกัญญา วิเศษทักษิณ. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อาหารและสารเสพติดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2โดยใช้แผนผังความคิดร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.

สุเทพ อุสาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2526.

สุธี ศรศักดา. ผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ เทคนิคการรู้คิดและการเรียนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

สุพจน์ ศุภกุล. เอกสารประกอบการสอนกระบวนวิชา 058420 การสอนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : ภาควิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2537.

สุพิน บุญชูวงศ์. หลักการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต, 2538.

สุวัฒน์ ทับทิมเจือ. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, 2549.

สุวัฒน์ มุทธเมธา. การเรียนการสอนปัจจุบัน (ศึกษา 333). กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ : ภาพการพิมพ์, 2545.

สุนันทา สุนทรประเสริฐ. การผลิตชุดการสอน. สุพรรณบุรี : ธรรมรักษ์การพิมพ์, 2543.

_____. การสร้างสื่อการสอนและนวัตกรรมการเรียนรู้สู่การพัฒนาผู้เรียน. ราชบุรี : ธรรมรักษ์การพิมพ์, ม.ป.ป.

สนอง อินละคร. เทคนิควิธีการและนวัตกรรมที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. อุบลราชธานี : อุบลกิจออฟเซทการพิมพ์, 2544.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. “การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ,” วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 8(2) : 28-37, 2551.

สมจิต สวธนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2526.

สมนึก ภัททิยธนี. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2553.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

สมยศ นาวีการ. การบริหารตามสภาพการณ์. กรุงเทพฯ : บรรณกิจ, 2523.

สมหวัง พิริยานุวัฒน์. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนมัธยมศึกษาในประมวลสาระชุดวิชาสัมมนาการการมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ., 2537.

สำลี ทองธิว. หลักและแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา กรณีวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

เสาวนีย์ มาตรา. ผลการศึกษาการใช้แผนผังมโนทัศน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ภายใต้รูปแบบการสอน 3 ขั้น ของ Underhill สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.

อาร์ม โพธิ์พัฒน์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ. สารนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.

อารีย์ วชิรวราการ. การวัดและการประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏธนบุรี, 2542.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. หลักการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2540.

อำนวย เลิศชยันตี. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศิลป์สนองการพิมพ์, 2542.

อัญชลีรัตน์ รอดเลิศ. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.

ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีรย์. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2550.

Ault, C.R. “Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science,” Journal of College Science Teaching. 15(1) : 38-44, 1985.

Ausubel, David P. The Psychology of Meaninful Verbal Learning. New York : Holt Rineheart and Winston, 1968.

Cliburn, Joseph W. “Helping Students Understand Physiologic Interaction : A Concept Mapping Activity,” The American Biology Teacher. 49(5) : 925 ; October, 1987.

Ebrahim, Ali. “The Effects of Traditional Learning and a Learning Cycle Inquiry Learning Strategy on Students’ Science Achievement and Attitude Toward Elementary Science,” Dissertation Abstracts International. 65(4) : 1232-A ; October, 2004.

Eisenkraft, Arthur. “Expanding the 5-E Model A Proposed 7-E Model Emphasizes Transfer of Learning and the Importance of Eliciting Prior Understanding,” The Science Theacher. 70(6) : 56–59 ; September, 2003.

Enger, S.K. and R.E. Yaker. Assessing Student Understanding in Science. Califonia : Corwin Press, 2001.

Eralp Altan. "Preservice Computer Teacher Views Ondeveloping Chemistry Sofwear Based on Constructivist 7E Model," Procedia Social and Behavioral Science. 2(2) : 2282-2286 ; January, 2010.

Kabba, C. "Performance-Based Assessment," Science Teaching. 75(8) : 68-72 ; November, 2008.

Kaleli Yilmaz. "The Effect of the Material Base on The 7E Model on The Fourth Grade Student Comprehension Skill about Fraction Concepts," Procedia Social and Behavioral Science. 2(2) : 1405-1409 ; January, 2010.

Kilinc, Ahmet. "The Opinions of Turkish High School Pupils on Inquiry Based Laboratory Activities," Journal of Educational Technology. 6(4) : 6 ; October, 2007.

Marek, E.A., C. Eubanks and T.H. Gallagher. "Teachers' Understanding and the Use of the Learning Cycle," Journal of Research in Science Teacher. 27(9) : 821–834 ; September, 1990.

Mason, C.L. "Concept Mapping : A Tool to Develop Reflective Science Instruction," Science Education. 76 : 51-63 ; January, 1990.

Moreira, M.A. "Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science," Journal of CollegeScience Teaching. 15 : 38-44 ; February, 1979.

Neber Heinz and Anton Michale. "Promoting Pre-Experimental Activities in High-School Chemistry: Forcusing ontth Role of Students Epistermic Questions," International Journal of Science. 30(13) : 1801-1821 ; October, 2008.

Novak, J.D. and Bob Gowin. Learning how to Learn. Ithaca, NY : Cornell University Press, 1991.

Novak, J.D. "Clarifying with Concept Maps," The Science Teacher. 58(7) : 45-49 ; QDecember, 1984.

Plotnick, Eric. "A Graphical System for Understanding the Relationship Between Concept," Teacher Librarian. 28(4) : 42-44 ; April, 2001.

Selahattin Gonen. "The Effect of The Computer Assisted Teaching and 7E model of The Constructivist Learning Methods on The Achievements and Attitudes of High Students," The Turkish Online Journal of Edcational Technology-TOJET. 5(4) : 81-88 : October, 2006.

Thorndike, R.L. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. New York : John Wiley and Sons, 1955.

Yilnemez, K. "Opinion of Mathematics Teacher Candidates Toward Applying 7E Instructional Model on Computer Aided Instruction Environment," International Journal of Instruction. 1(1) : 49-60 ; January, 2008.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5
หน่วยการเรียนรู้สารละลาย
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่องจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์
สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2555 เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โมลต่อกิโลกรัม เศษส่วนโมล ส่วนในล้านส่วน สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือด จุดเยือกแข็ง และความดันไอของสารละลายที่มีสมบัติคอลลิเกทีฟ

สาระสำคัญ

จุดเดือด คืออุณหภูมิที่ทำให้ความดันไอของของเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศ สารละลายจะมีจุดเดือดหรืออุณหภูมิขณะเดือดต่างจากสารบริสุทธิ์ ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่แต่สารละลายจะมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์ และจุดเดือดของสารละลายจะสูงขึ้นเมื่อสารละลายมีมีความเข้มข้นมากขึ้น จุดหลอมเหลว คือ อุณหภูมิที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะมาเป็นของเหลว จุดเยือกแข็ง คือ อุณหภูมิที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง สำหรับสารชนิดหนึ่งๆ จุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งคืออุณหภูมิค่าเดียวกัน เช่น น้ำที่ 1 บรรยากาศ จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งเท่ากับ ^{0}C สารบริสุทธิ์และสารละลายจะมีจุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวต่างกัน คือ สารบริสุทธิ์จะมีจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวคงที่ ส่วนสารละลายจะมีจุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวไม่คงที่ และมีค่าต่ำกว่าของตัวทำละลายบริสุทธิ์

สาระการเรียนรู้

1. จุดเดือดของสารละลายและสารบริสุทธิ์
2. จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายและสารบริสุทธิ์
3. การทดลองการหาจุดเดือดของสารละลายและสารบริสุทธิ์
4. การทดลองการหาจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้

1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
4. การทดลอง

5.การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้

ด้านกระบวนการ

1. ปฏิบัติการทดลองหาจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

2. เขียนผังมโนทัศน์แสดงความรู้เกี่ยวกับจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น

กระบวนการวัดผลและประเมินผล

พฤติกรรมที่ต้องการ	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้	ทดสอบ	แบบทดสอบ	ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านกระบวนการ (P) 1. ปฏิบัติการทดลองหาจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์ 2. เขียนผังมโนทัศน์แสดงความรู้เกี่ยวกับจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์	ประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลอง ตรวจผลงาน	แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลอง แบบประเมินผังมโนทัศน์	ได้ร้อยละ 60 ขึ้นไป ได้ร้อยละ 60 ขึ้นไป

พฤติกรรมที่ต้องการ	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน	ได้ร้อยละ 60 ขึ้นไป

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่องจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์
2. ใบรายงานการทดลองเรื่องจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์
3. หนังสือเรียนและคู่มือครูเคมีเพิ่มเติม สสวท.
4. คอมพิวเตอร์เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แหล่งเรียนรู้จากอินเทอร์เนต

- www.vcharkarn.com
- www.e-chemistry.tripod.com
- www.vdo.kku.ac.th
- www.sci.nu.ac.th
- www.chemsci.kku.ac.th

อุปกรณ์การทดลอง/สารเคมี

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก
2. หลอดคะปิลลารี
3. เทอร์มอมิเตอร์ 0 – 100 C
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
5. แท่งแก้วคนสาร
6. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม
8. ด้ายยาว 20 cm
9. เอทานอล
10. แนฟทาลีน
11. สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลเข้มข้น 2 mol/kg
12. สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีน 0.5 mol/kg

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบรายงานการทดลองเรื่องจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

2.แผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) เรื่องจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่อง จุดเดือด และจุดหลอมเหลว ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดดังนี้

คำถาม สารบริสุทธิ์ และสารละลายมีจุดเดือดแตกต่างกันอย่างไร

แนวตอบ สารบริสุทธิ์มีจุดเดือดคงที่ ส่วนสารละลายมีจุดเดือดไม่คงที่ และโดยทั่วไปสารละลายมีจุดเดือดสูงกว่าสารบริสุทธิ์

คำถาม สารบริสุทธิ์ และสารละลายมีหลอมเหลวแตกต่างกันอย่างไร

แนวตอบ สารบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวคงที่ ส่วนสารละลายมีจุดหลอมเหลวไม่คงที่และโดยทั่วไปสารบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารละลาย

2. แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)

3. นำสารละลายเกลือแกงต้มในบีกเกอร์แล้ววัดอุณหภูมิ ครูใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำถาม จุดเดือดของสารคืออะไร

แนวตอบ จุดเดือด คืออุณหภูมิที่ทำให้ความดันไอของของเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศ

คำถาม จุดหลอมเหลวของสารคืออะไร

แนวตอบ จุดหลอมเหลวคืออุณหภูมิที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะมาเป็นของเหลว

4. ครูแจกใบความรู้และแจ้งให้นักเรียนทราบว่า วันนี้จะทำการศึกษาตามใบความรู้เรื่องจุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

5. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม (ใช้กลุ่มเดิมจากคาบเรียนที่ผ่านมา)

6. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ ครูอธิบายเพิ่มเติม เรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบงานการทดลองเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์และร่วมกันศึกษาขั้นตอนตามใบงานการทดลอง(ครูเตรียมชุดการทดลองไว้ล่วงหน้า) และคอยให้คำแนะนำการใช้อุปกรณ์และสารเคมีให้ถูกต้องด้วยความปลอดภัย

8. นักเรียนตอบคำถามก่อนการทดลองตามใบงานการทดลอง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองบันทึกผลลงในใบงานการทดลองเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อสรุป

9. ครูประเมินการปฏิบัติการทดลองของแต่ละกลุ่ม

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ ตอบคำถามหลังการทดลอง แล้วร่วมกันสรุปผลการทดลองตามใบใบงานการทดลอง

11. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2-3 กลุ่มนำเสนองานในใบงานการทดลองหน้าชั้นเรียน

12. เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จเรียบร้อย ครูและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันซักถามในประเด็นที่สงสัย และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเกี่ยวกับจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

13. ครูคอยให้คำอธิบายให้แนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์ เพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจและคอยตอบข้อสงสัยของนักเรียนพร้อมทั้งให้คำชมเชย

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase/ Elaboration Phase)

14. ครูสร้างถานการณ์ให้นักเรียนคิดแล้วตอบคำถาม เพื่อให้นักเรียนนำความรู้เรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ

คำถาม การต้มน้ำทะเล น้ำประปา น้ำชนิดใดจะเดือดก่อน เพราะเหตุใด

แนวตอบ ประปา เพราะในน้ำทะเลมีเกลือเป็นตัวละลายอยู่ปริมาณมาก ส่วนน้ำประปามีตัวละลายอยู่ปริมาณน้อย ดังนั้นน้ำประปาจึงมีจุดเดือดต่ำกว่า หรือเดือดก่อน

คำถาม รถขายไอศกรีมเคลื่อนที่จะมีการเติมเกลือใส่น้ำแข็งเพื่อทำให้อุณหภูมิต่ำ ไอศกรีมจะได้แข็งตัว นอกจากเกลือแล้วสามารถเติมสารใดแทนเกลือ

แนวตอบ น้ำตาลทราย

15. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

16. นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนหรือหนังสืออ่านประกอบ หรือสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต แล้วจดบันทึกลงในสมุด

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

17. นักเรียนมีการแสดงออกว่าเขาได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร โดยครูปฏิบัติดังนี้

- สังเกตว่ามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์ จากการตอบคำถาม
- ตรวจใบงานเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์
- ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

18. จากการศึกษาเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์ ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นแผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) ตกแต่ง ระบายสี ส่งในคาบเรียนถัดไป

19. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับเรื่องที่ยังไม่เข้าใจ

20. ครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความเข้าใจ ถ้ามีนักเรียนยังไม่เข้าใจในหัวข้อที่เรียน ครูทำการสอนซ่อมเสริมเฉพาะกลุ่ม

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

21. ตรวจสอบความรู้ที่ถูกต้องอีกครั้งโดยนักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันจากคำถามต่อไปนี้

คำถาม นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์ ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง จงยกตัวอย่าง

แนวตอบ การกลั่นสารละลาย การต้มน้ำดื่ม การทำหวานเย็นแบบโบราณ

22. ทดสอบย่อยด้วยแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ข้อ

ความเห็นของผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายยงยุทธ ทองเจริญ)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการโรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน

...../...../.....

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

อุปสรรค/ปัญหา

.....

.....

.....

.....

วิธีแก้ไขปรับปรุงปัญหาที่พบ/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายสุรัตน์ แนวโอโล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

วิชาเคมีเพิ่มเติม ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ใบความรู้ เรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว ของสารละลายและสารบริสุทธิ์	ประกอบแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ 5

จุดประสงค์การเรียนรู้ เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์

จุดเดือด คืออุณหภูมิที่ทำให้ความดันไอของของเหลวเท่ากับความดันบรรยากาศ สารละลายจะมีจุดเดือดหรืออุณหภูมิขณะเดือดต่างจากสารบริสุทธิ์ ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่แต่สารละลายจะมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ เพราะใน ขณะเดือดสัดส่วนของตัวทำละลายกับตัวละลายเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์ และ จุดเดือดของสารละลายจะสูงขึ้นเมื่อสารละลายมีปริมาณตัวละลายอยู่มากหรือมีความเข้มข้นมากขึ้น

ตาราง 1 จุดเดือดของเอทานอลและสารละลายที่มีเอทานอลเป็นตัวทำละลาย

สาร	ความเข้มข้นของสารลาย (mol/kg)	จุดเดือด (°C)
เอทานอล	-	78.5
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	1	79.72
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	2	80.94

(ที่มา : หนังสือเรียนวิชาเคมี สสวท. หน้า 47)

จากข้อมูลในตารางจะเห็นได้ว่า เอทานอล ซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์มีจุดเดือด 78.5 °C ส่วนสารละลายสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลเข้มข้น 1 mol/kg มีจุดเดือด 79.72 °C และถ้าสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลเข้มข้น 2 mol/kg จะมีจุดเดือด 80.94 °C จะเห็นว่าสารละลายมีจุดเดือดสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์และเมื่อสารละลายมีปริมาณตัวละลายมากหรือมีความเข้มข้นมากขึ้นจุดเดือดจะสูงขึ้น

หมายเหตุ สารละลายที่มีจุดเดือดสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์ คือสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายที่มีจุดเดือดสูงกว่าตัวทำละลายหรือประกอบด้วยตัวละลายที่ไม่ระเหย หรือระเหยยาก เช่น สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล กรดโอเลอิกมีจุดเดือดสูงกว่าเอทานอล น้ำเชื่อมคือสารละลายของน้าตาลทรายในน้ำ น้ำตาลทรายมีจุดเดือดสูงกว่าน้ำ เป็นต้น

จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลาย

จุดหลอมเหลว คือ อุณหภูมิที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะมาเป็นของเหลว

จุดเยือกแข็ง คือ อุณหภูมิที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง สำหรับสารชนิดหนึ่งๆ จุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งคืออุณหภูมิค่าเดียวกัน เช่น น้ำที่ 1 บรรยากาศ จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งเท่ากับ ^{0}C สารบริสุทธิ์และสารละลายจะมีจุดเยือกแข็งและ จุดหลอมเหลวต่างกัน คือ สารบริสุทธิ์จะมีจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวคงที่ หรือช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวแคบ

ส่วนสารละลายจะมีจุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวไม่คงที่ และมีค่าต่ำกว่าของตัวทำละลายบริสุทธิ์หรือช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้าง

ตาราง 2 จุดหลอมเหลวของแนฟทาลีนและสารละลายที่มีแนฟทาลีนเป็นตัวทำละลาย

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดหลอมเหลว (°C)	อุณหภูมิ (°C)	
			เริ่มหลอมเหลว	หลอมเหลวหมด
แนฟทาลีน	-	80.5	80.0	81.0
สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีน	1	73.5	70.5	76.5
สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีน	2	66.5	63.5	69.5

(ที่มา : หนังสือเรียนวิชาเคมี สสวท. หน้า 49)

จากข้อมูลในตาราง แนฟทาลีนซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลว 80.5 °C ส่วนสารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีน ความเข้มข้น 1 mol/kg จะมีจุดหลอมเหลว73.5 °C นั่นคือสารละลายจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีนที่มีความเข้มข้นน้อยจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีนที่มีความเข้มข้นมาก

วิชาเคมีเพิ่มเติม ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ใบงานการทดลอง เรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว ของสารละลายและสารบริสุทธิ์	ประกอบแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ 5

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น..ม.5/.....
สมาชิกในกลุ่ม 1.....เลขที่.....
สมาชิกในกลุ่ม 2.....เลขที่.....
สมาชิกในกลุ่ม 3.....เลขที่.....
สมาชิกในกลุ่ม 4.....เลขที่.....
สมาชิกในกลุ่ม 5.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

อุปกรณ์และสารเคมี

สารเคมี

1. เอทานอล
2. สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลเข้มข้น 2 mol/kg

อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก
2. หลอดคะปิลลารี
3. เทอร์มอมิเตอร์ 0 – 100 C
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
5. แท่งแก้วคนสาร
6. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม
8. ด้ายยาว 20 cm

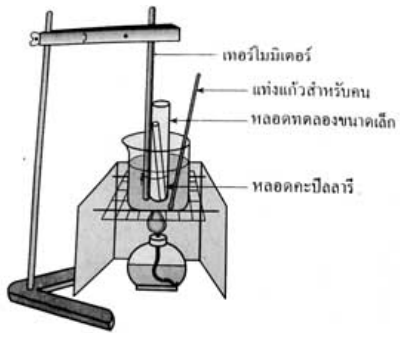
วิธีทดลอง

1. ใส่เอทานอล 5 หยด ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก แล้วใส่หลอดคะปิลลารีที่หลอมปิดบริเวณห่างจากปลายหนึ่งประมาณ 0.5 cm ลงไปในหลอดทดลองโดยให้ปลายที่อยู่ใกล้บริเวณส่วนที่หลอมอยู่ด้านล่างและจุ่มอยู่ในเอทานอล

2. ใช้ด้ายผูกหลอดทดลองในข้อ 1 ติดกับเทอร์มอมิเตอร์โดยให้ก้นหลอดทดลองอยู่ระดับเดียวกับกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ แล้วนำไปจุ่มในบีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 ที่ใส่ไว้ สองในสามส่วน ดังภาพ 1

3. ต้มน้ำในบีกเกอร์แล้วใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลา เมื่อสังเกตเห็นฟองแก๊สปุดออกมาเป็นสายจากหลอดคะปิลลารี หยุดให้ความร้อนและสังเกตต่อไปจนกระทั่งมีแก๊สฟองสุดท้ายปุดออกมา บันทึกอุณหภูมิขณะนั้น

4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-3 โดยใช้สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลเข้มข้น 2mol/kg แทนเอทานอล



ภาพ 1 การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

คำถามก่อนทดลอง

1. การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อ.....
.....
2. ตัวแปรต้น คือ.....
.....
3. ตัวแปรตาม คือ.....
.....
4. ตัวแปรควบคุม คือ.....
.....
5. สมมติฐานการทดลองคือ
.....
.....
.....
6. นิยามเชิงปฏิบัติการ
.....
.....
.....
.....

ผลการทดลอง (การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล**)**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง (การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป**)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

1. หลอดคะปิลลารี
2. เทอร์มอมิเตอร์ 0 – 100 C
3. บีกเกอร์ขนาด 100 cm3
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม
5. ด้ายยาว 20 cm
6. แท่งแก้วคนสาร
7. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง

สารเคมี

1. แนฟทาลีน
2. สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีน 0.5 mol/kg

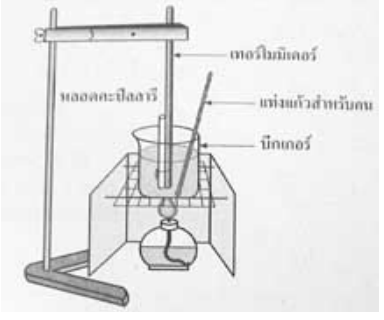
วิธีทดลอง

1. หลอมหลอดคะปิลลารีจนปลายข้างหนึ่งปิด ปล่อยไว้ให้เย็นแล้วจึงบรรจุแนฟทาลีนที่บดละเอียดแล้วลงไปสูงประมาณ 0.2 cm

2. ใช้ด้ายผูกหลอดคะปิลลารีติดกับเทอร์มอมิเตอร์แล้วจุ่มลงในบีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 ซึ่งบรรจุน้ำประมาณสองในสามส่วน ดังภาพ 2

3. ต้มน้ำในบีกเกอร์แล้วใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลาสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารในหลอดคะปิลลารี บันทึกอุณหภูมิเมื่อสารในหลอดคะปิลลารีเริ่มหลอมเหลวและหลอมเหลวหมด

4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-3 โดยใช้สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลีนเข้มข้น 0.5 mol/kg แทนแนฟทาลีนบริสุทธิ์



ภาพ 2 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

คำถามก่อนทดลอง

1. ตัวแปรต้น คือ.....
.....
2. ตัวแปรตาม คือ.....
.....
3. ตัวแปรควบคุม คือ.....
.....
4. สมมติฐานการทดลองคือ
.....
.....
.....
5. นิยามเชิงปฏิบัติการ
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ผลการทดลอง (การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล**)**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง (การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป**)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิชาเคมีเพิ่มเติม ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	แบบทดสอบ เรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว ของสารละลายและสารบริสุทธิ์	ประกอบแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ 5

จุดประสงค์ เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้

คำชี้แจง แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 5 ข้อ 10 คะแนน

คำสั่ง จงเลือกกากบาท (X) ตัวเลือก ก , ข , ค และ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. อุปกรณ์ใดไม่จำเป็น ในการหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

ก. เทอร์มอมิเตอร์ ตะเกียง ข. บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร

ค. หลอดคะปิลลารี ขาตั้งและที่จับ ง. หลอดทดลองขนาดเล็ก

2. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. การหาจุดหลอมเหลวของสาร วัดอุณหภูมิเริ่มหลอม และหลอมเหลวหมดบวกกันหาร 2 ค่าที่ได้คือจุดหลอมเหลว

2. สารบริสุทธิ์จะมีช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลวแคบกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลาย

3. สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมต่ำกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลาย

ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

3. ข้อใด**ไม่ถูกต้อง**

ก. จุดเดือด คืออุณหภูมิที่ของเหลวมีความดันไอเท่ากับความดันบรรยากาศ

ข. จุดหลอมเหลว คืออุณหภูมิที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

ค. จุดเยือกแข็ง คืออุณหภูมิที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง

ง. สารทุกชนิดจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าจุดเยือกแข็งเสมอ

4. ข้อใดกล่าวไม่**ถูกต้อง**

ก. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายมีจุดเดือดสูงกว่าน้ำ

ข. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายมีจุดเยือกแข็งสูงกว่าน้ำ

ค. สารละลายมีจุดเดือดสูงกว่าสารบริสุทธิ์

ง. สารละลายมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์

5. ข้อใดกล่าวไม่**ถูกต้อง**

ก. สารละลายกรดเบนโซอิกในโพรพาโนน ไม่ว่าจะเข้มข้นเท่าใดย่อมมีจุดเดือดสูงกว่าจุดเดือดของโพรพาโนน

ข. จุดเดือดของของเหลวชนิดเดียวกันจะไม่เท่ากัน ถ้าทำการทดลองที่ความดันบรรยากาศต่างกัน

ค. สารประกอบซัลไฟด์ของอโลหะมีจุดเดือดสูงกว่าสารประกอบซัลไฟด์ของโลหะ

ง. จุดหลอมเหลวของกำมะถันรูปเหลียม และรูปเข็ม มีค่าไม่เท่ากัน

วิชาเคมีเพิ่มเติม ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เฉลยแบบทดสอบ เรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว ของสารละลายและสารบริสุทธิ์	ประกอบแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ 5

จุดประสงค์ เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้

ข้อ	ข้อถูก
1	ง
2	ก
3	ง
4	ข
5	ค

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

วิชาเคมีเพิ่มเติม 3 ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/ .....

เลขที่	องค์ประกอบ / คะแนนเต็ม	มีวินัย (2)	ใฝ่เรียนรู้ (2)	มุ่งมั่นในการทำงาน (2)	ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น (2)	รวม (8)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
23						
24						
25						
26						

เลขที่	องค์ประกอบ / คะแนนเต็ม	มีวินัย (2)	ใฝ่เรียนรู้ (2)	มุ่งมั่นในการทำงาน (2)	ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น (2)	รวม (8)
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

ระดับคุณภาพ / เกณฑ์การประเมิน	2	1	0
มีวินัย	1. ทำงานที่ได้รับมอบหมายทุกครั้งและสมบูรณ์ 2. ส่งงานครบทุกครั้ง และถูกต้อง 3. ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด	1. ทำงานที่ได้รับมอบหมายทุกครั้งและสมบูรณ์ 2. ส่งงานไม่ครบทุกครั้งและถูกต้อง 3. ส่งงานไม่ตรงตามเวลาที่กำหนด	1. ทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่สมบูรณ์ 2. ส่งงานไม่ครบทุกครั้งและไม่ถูกต้อง(ต่ำกว่า 50%) 3. ไม่ส่งงาน
ใฝ่เรียนรู้	1. สนใจ ใฝ่รู้ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน 2. ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารและหาข้อมูลข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาอย่างต่อเนื่อง	1. สนใจ ใฝ่รู้ มีส่วนร่วมในกิจกรรมเกือบทุกขั้นตอน(มากกว่า 50 %) 2. ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารและหาข้อมูลข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาเป็นบางครั้ง	1. สนใจและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้น้อย (ต่ำกว่า 50 %) 2. ไม่สนใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม
ความมุ่งมั่นในการทำงาน	1. มีการวางแผนและกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำงาน 2. ลงมือปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ 3. ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันเวลาที่กำหนด	นักเรียนปฏิบัติได้ 2 - 3 ข้อ	นักเรียนปฏิบัติได้เพียง 1 ข้อ หรือไม่ได้เลย
ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นเป็นอย่างดี	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

แบบประเมินผังมโนทัศน์ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่.....
เรื่อง.....วิชาเคมีเพิ่มเติม3ว 32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 /.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	เขียนผังมโนทัศน์สัมพันธ์กับเนื้อหา			จำแนกมโนทัศน์อย่างเป็นระบบ			มีความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนผังมโนทัศน์			ความสะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อยของผลงาน			รวม
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	12
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
23														
24														
25														
26														

เลขที่	ชื่อ-สกุล	เขียนผังมโนทัศน์สัมพันธ์กับเนื้อหา			จำแนกมโนทัศน์อย่างเป็นระบบ			มีความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนผังมโนทัศน์			ความสะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อยของผลงาน			รวม
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	12
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														

เกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์

รายการประเมิน	คะแนน	คุณภาพ
เขียนผังมโนทัศน์สัมพันธ์กับเนื้อหา	3 (ดี)	เขียนมโนทัศน์สัมพันธ์กับเนื้อหาทั้งหมด
	2 (ปานกลาง)	เขียนมโนทัศน์สัมพันธ์กับเนื้อหาแต่ไม่ทั้งหมด
	1 (ควรปรับปรุง)	เขียนมโนทัศน์ไม่สัมพันธ์กับเนื้อหา
จำแนกผังมโนทัศน์อย่างเป็นระบบ	3 (ดี)	เป็นระบบหมวดหมู่ ง่ายต่อการจดจำ และถูกต้องสมบูรณ์
	2 (ปานกลาง)	เป็นระบบหมวดหมู่ ง่ายต่อการจดจำ และถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
	1 (ควรปรับปรุง)	ไม่เป็นระบบหมวดหมู่ ยากต่อการจดจำ
มีความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนผังมโนทัศน์	3 (ดี)	ออกแบบผังมโนทัศน์ ได้มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ
	2 (ปานกลาง)	ออกแบบผังมโนทัศน์ ได้มีสีสันไม่น่าสนใจ
	1 (ควรปรับปรุง)	ออกแบบผังมโนทัศน์ไม่มีการตกแต่งผลงาน
ความสะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อยของผลงาน	3 (ดี)	ผลงานมีความสะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อยสวยงาม
	2 (ปานกลาง)	ผลงานมีความสะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อย
	1 (ควรปรับปรุง)	ผลงานไม่มีความเป็นระเบียบ

เกณฑ์การประเมินใบงาน (โจทย์คำนวณ)

โจทย์ข้อที่	คะแนนเต็ม 4 คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน				
		0	1	2	3	4
		วิธีคำนวณผิด คำตอบผิด ไม่ตอบ	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องคำนวณหาได้	วิธีการคำนวณถูกต้อง	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องคำนวณหาได้ วิธีการคำนวณถูกต้อง	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและที่ต้องคำนวณหาได้ วิธีการคำนวณถูกต้องและคำตอบถูกต้อง

แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลอง

เรื่อง.....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....เลขที่.....2.....เลขที่.....

3.....เลขที่.....4.....เลขที่.....

5.....เลขที่.....6.....เลขที่.....

รายการพฤติกรรมที่สังเกตได้	ระดับคะแนน		
	3	**2**	**1**
1. ด้านการปฏิบัติการทดลอง 1.1 การเลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง			
1.2 การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ			
1.3 ทดลองตามแผนที่กำหนด			
2. ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล 2.1 การสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดลอง			
2.2 การบันทึกผลการทดลอง/การปฏิบัติ			
3. ด้านการจัดกระทำข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล 3.1 การจัดกระทำข้อมูลและการนำเสนอ			
3.2 การตีความหมายข้อมูล			
4. การเขียนผลการทดลองและผลงาน 4.1 ผลงาน/ชิ้นงาน			
4.2 บันทึกการทดลอง			
5. ด้านความเป็นระเบียบในการปฏิบัติงาน 5.1 ความปลอดภัยในการทดลอง			
5.2 การดูแลและเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือ			
รวมทั้งหมด			

เกณฑ์การตัดสิน

ระดับคะแนนที่ได้จากการประเมิน	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ
31-33	10	100
28-30	9	90
25-27	8	80
22-24	7	70
19-21	6	60
ต่ำกว่า 19	5	50

เกณฑ์การผ่าน นักเรียนต้องได้ร้อยละ 6

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง

รายการพฤติกรรมที่สังเกตได้	ระดับคะแนน
1. ด้านการปฏิบัติการทดลอง	
1.1 การเลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง	
1.1.1 เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน	3
1.1.2 เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมกับงาน	2
1.1.3 เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง	1
1.2 การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ	
1.2.1 ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้องตามหลักปฏิบัติ	3
1.2.2 ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือได้ถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว	2
1.2.3 ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือไม่ถูกต้อง	1
1.3 ทดลองตามแผนที่กำหนด	
1.3.1 ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง	3
1.3.2 ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	2
1.3.3 ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข	1
2. ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล	
2.1 การสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดลอง	
2.1.1 บรรยายผลการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงด้วยประสาทสัมผัสมากที่สุดได้ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ	3
2.1.2 บรรยายผลการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงด้วยประสาทสัมผัสทางตาเท่านั้นได้ข้อมูลเชิงคุณภาพ	2
2.1.3 บรรยายผลการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงด้วยประสาทสัมผัสทางตาเท่านั้นและ มีการนำประสบการณ์เดิมเข้ามาเกี่ยวข้อง	1
2.2 การบันทึกผลการทดลอง/การปฏิบัติ	
2.2.1 บันทึกผลเป็นระยะๆ อย่างถูกต้อง มีระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	3
2.2.2 บันทึกผลเป็นระยะ ไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	2
2.2.3 บันทึกผลเป็นไปตามความเห็นบ้าง ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทดลอง	1

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลอง

รายการพฤติกรรมที่สังเกตได้	ระดับคะแนน
3. ด้านการจัดกระทำข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล	
3.1 การจัดกระทำข้อมูลและการนำเสนอ	
3.1.1 จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยแบบต่างๆ อย่างชัดเจน ถูกต้อง	3
3.1.2 จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ นำเสนอด้วยแบบต่าง ๆแต่ยังไม่ถูกต้อง	2
3.1.3 ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล และไม่สามารถนำเสนอให้สื่อความหมาย	1
3.2 การตีความหมายข้อมูล	
3.2.1 บรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอย่างถูกต้อง	3
3.2.2 บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีถูกต้องบางส่วน	2
3.2.3 บรรยายลักษณะข้อมูลนอกเหนือจากที่มี และไม่ถูกต้อง	1
4. การเขียนผลการทดลองและผลงาน	
4.1 ผลงาน/ชิ้นงาน	
4.1.1 เป็นผลงาน/ชิ้นงานที่ได้จากการดำเนินการปฏิบัติ มีการตรวจสอบและปรับปรุงก่อนนำเสนอ	3
4.1.2 เป็นผลงาน/ชิ้นงานที่ได้จากการดำเนินการปฏิบัติ แต่ขาดการตรวจและปรับปรุงก่อนนำเสนอ	2
4.1.3 ไม่ได้ผลงาน/ชิ้นงานตามวัตถุประสงค์	1
4.2 บันทึกการทดลอง	
4.2.1 บันทึกผลตามลำดับขั้นตอน ผลการทดลองตรงตามสภาพจริงสื่อความหมาย	3
4.2.2 บันทึกผลการทดลองตามลำดับ แต่ไม่สื่อความหมาย	2
4.2.3 บันทึกผลการทดลองตามลำดับขั้นตอน ไม่สอดคล้อง และไม่สื่อความหมาย	1
5. ด้านความเป็นระเบียบในการปฏิบัติงาน	
5.1 ความปลอดภัยในการทดลอง	
5.1.1 ปฏิบัติการทดลองอย่างระมัดระวัง ไม่เล่นกันขณะดำเนินการทดลองปฏิบัติโดยไม่มีอุบัติเหตุ	3
5.1.2 ปฏิบัติการทดลองอย่างระมัดระวัง มีการล้อเล่นระหว่างทดลอง มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบ้าง	2
5.1.3 ปฏิบัติการทดลองอย่างระมัดระวัง มีการล้อเล่นกันขณะดำเนินการทดลองตลอดเวลา ปฏิบัติการมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมาก	1

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลอง

รายการพฤติกรรมที่สังเกตได้	**ระดับคะแนน**
5.2 การดูแลและเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือ	
5.2.1 ดูแลอุปกรณ์/เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	3
5.2.2 ดูแลอุปกรณ์/เครื่องมือขณะทดลอง ทำความสะอาด แต่เก็บไม่ถูกต้อง	2
5.2.3 ไม่ดูแลอุปกรณ์/เครื่องมือ และไม่สนใจทำความสะอาดและเก็บให้เข้าที่	1

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารละลาย

คำชี้แจง แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 40 ข้อ

คำสั่ง จงกากบาท X ข้อ ก ข ค และ ง ที่ถูกต้องที่สุด

<u>จุดประสงค์ที่ 1</u> อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้

1. สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น ร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. ในสารละลาย 100 mg มีโซเดียมคลอไรด์ ละลายอยู่ 20 cm^3
   ข. ในสารละลาย 100 cm^3 มีโซเดียมคลอไรด์ ละลายอยู่ 20 mg
   ค. ในสารละลาย 100 g มีโซเดียมคลอไรด์ ละลายอยู่ 20 cm^3
   ง. ในสารละลาย 100 cm^3 มีโซเดียมคลอไรด์ ละลายอยู่ 20 g
2. สารละลาย เอทานอล (C_2H_5OH) เข้มข้น ร้อยละ 10 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. ในสารละลาย 100 dm^3 มีเอทานอล ละลายอยู่ 10 cm^3
   ข. ในสารละลาย 100 cm^3 มีเอทานอล ละลายอยู่ 10 cm^3
   ค. ในสารละลาย 100 g มีเอทานอล ละลายอยู่ 10 cm^3
   ง. ในสารละลาย 100 cm^3 มีเอทานอล ละลายอยู่ 10 g
3. สารละลาย กลูโคส ($C_6H_{12}H_6$) เข้มข้น ร้อยละ 15 โดยมวลต่อมวล ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. ในสารละลาย 100 g มีกลูโคส ละลายอยู่ 10 g
   ข. ในสารละลาย 100 g มีกลูโคส ละลายอยู่ 10 cm^3
   ค. ในสารละลาย 100 dm^3 มีกลูโคส ละลายอยู่ 10 cm^3
   ง. ในสารละลาย 100 cm^3 มีกลูโคส ละลายอยู่ 10 cm^3
4. นำโซเดียมไนเตรด ($NaNO_3$) 50 g ละลายในน้ำ 200 g ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. สารละลายโซเดียมไนเตรดเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร
   ข. สารละลายโซเดียมไนเตรดเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวล
   ค. สารละลายโซเดียมไนเตรดเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล
   ก. สารละลายโซเดียมไนเตรดเข้มข้นร้อยละ 20 โดยปริมาตร
5. นำน้ำส้มสายชู (CH_3COOH) 25 cm^3 ละลายในน้ำ 100 cm^3 ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. สารละลายน้ำส้มสายชูเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อมวล
   ข. สารละลายน้ำส้มสายชูเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร
   ค. สารละลายน้ำส้มสายชูเข้มข้นร้อยละ 20 โดยปริมาตรต่อปริมาตร
   ง. สารละลายน้ำส้มสายชูเข้มข้นร้อยละ 25 โดยปริมาตรต่อปริมาตร
6. เมื่อนำกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 0.54 g ละลายในน้ำ 100 cm^3 (ความหนาแน่นของน้ำ1 g/cm^3) ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสในหน่วยร้อยละโดยมวลมีค่าเท่าใด
   ก. 0.52 ข. 0.54 ค. 0.56 ง. 0.58

7. จะต้องใช้โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และน้ำปริมาณเท่าใดเพื่อเตรียมสารละลายให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยมวลต่อมวล

ก. ใช้โซเดียมซัลเฟต 30 g และน้ำ 70 cm^3

ข. ใช้โซเดียมซัลเฟต 30 cm^3 และน้ำ 70 g

ค. ใช้โซเดียมซัลเฟต 30 cm^3 และน้ำ 70 cm^3

ง. ใช้โซเดียมซัลเฟต 30 g และน้ำ 70 g

<u>จุดประสงค์ที่ 2</u> อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยส่วนในล้านส่วน และเศษส่วนโมลได้

8. เศษส่วนโมล หมายถึงข้อใด

ก. อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของตัวละลายต่อจำนวนโมลของตัวทำละลาย

ข. อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของตัวทำละลายต่อจำนวนโมลของตัวละลาย

ค. อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของสารทุกชนิดต่อจำนวนโมลของสารทั้งหมด

ง. อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของสารชนิดหนึ่งต่อจำนวนโมลของสารทั้งหมด

9. ส่วนในล้านส่วน (ppm) หมายถึงข้อใด

ก. สารคลอรีน 8 cm^3 ละลายในน้ำประปา 1,000,000 cm^3

ข. เกลือแกง 10 g ละลายในน้ำเกลือ 1,000,000 kg

ค. เอทานอล 5 cm^3 ละลายในสุรา 1,000,000 g

ง. จุนสี 20 g ละลายในน้ำ 1,000,000 cm^3

10. สารละลายประกอบด้วย น้ำ(H_2O) 72 g ยูเรีย ($NH_2CO\ NH_2$) 120 g เศษส่วนโมลของน้ำมีค่าเท่าใด (กำหนด มวลอะตอมของธาตุ H=1, C=12, N=14, O=16,)

ก. 0.67 ข. 0.33 ค. 0.22 ง. 0.11

11.จากข้อ 13 เศษส่วนโมลของยูเรีย ($NH_2CO\ NH_2$) มีค่าเท่าใด

ก. 0.33 ข. 0.22 ค. 0.11 ง. 0.01

12. สารละลายชนิดหนึ่งประกอบด้วย กลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 0.5 mol ยูเรีย ($NH_2CO\ NH_2$) 0.2 mol และซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 0.8 mol เศษส่วนโมลของซูโครสมีค่าเท่าใด

ก. 0.87 ข. 0.67 ค. 0.53 ง. 0.42

<u>จุดประสงค์ที่ 3</u> อธิบายความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และโมลต่อกิโลกรัมได้

13. ข้อใดหมายถึง โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร (mol/dm^3)

ก. จำนวนโมลของตัวทำละลายในสารละลาย 1,000 cm^3

ข. จำนวนโมลของตัวละลายในตัวทำละลาย 1,000 cm^3

ค. จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลาย 1,000 dm^3

ง. จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลาย 1,000 cm^3

14. สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ข้อใดกล่าว**ไม่**ถูกต้อง
(กำหนด มวลอะตอมของธาตุ Na=23, Cl=35.5)
ก. สารละลาย 1,000 cm^3 มีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ละลายอยู่ 58.5 g
ข. สารละลาย 1,000 cm^3 มีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ละลายอยู่ 5.85 g
ค. สารละลาย 1,000 cm^3 มีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ละลายอยู่ 0.1 mol
ง. สารละลาย 500 cm^3 มีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ละลายอยู่ 0.05 mol

15. ข้อใดหมายถึง โมล/กิโลกรัม (mol/kg)
ก. จำนวนโมลของตัวทำละลายในสารละลาย 1,000 g
ข. จำนวนโมลของตัวละลายในตัวทำละลาย 1,000 g
ค. จำนวนโมลของตัวทำละลายในตัวละลาย 1,000 g
ง. จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลาย 1,000 g

16. สารละลาย คอปเปอร์(II)ซัลเฟต ($CuSO_4$) เข้มข้น 0.2 mol/kg ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**
(กำหนด มวลอะตอมของธาตุ O =16, S =32, Cu = 63.5)
ก. ตัวทำละลาย 1,000 g มีคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ละลายอยู่ 31.9 g
ข. สารละลาย 1,000 g มีคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ละลายอยู่ 159.5 g
ค. สารละลาย 1,000 g มีคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ละลายอยู่ 0.2 mol
ง. ตัวทำละลาย 1,000 g มีคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ละลายอยู่ 159.5 g

17. โพแทสเซียมแมงกาเนต (K_2MnO_4) จำนวน 59.1 กรัม ละลายในสารละลาย 100 cm3 สารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่ mol/dm^3 (กำหนดมวลอะตอม K=39 , Mn=55 , O=16)
ก. 1.0 ข. 2.0 ค. 3.0 ง. 4.0

18. น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 9 g ละลายในน้ำ 250 g จะมีความเข้มข้นกี่ mol/kg
(กำหนด มวลอะตอมของธาตุ O =16, C =12, H = 1)
ก. 0.2 ข. 0.1 ค. 2 ง. 1

19. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.8 mol/dm^3 จำนวน 1,500 cm^3 มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายอยู่กี่ g (กำหนด มวลอะตอมของธาตุ Na =23, O =16, H = 1)
ก. 1.2 ข. 40 ค. 48 ง. 102

20. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.015 โมล ในสารละลาย 15 cm^3 จะมีความเข้มข้นกี่ mol / dm^3
(กำหนด มวลอะตอมของธาตุ Cl =35.5, H = 1)
ก. 0.001 ข. 0.015 ค. 0.1 ง. 1

21. เมื่อผ่านแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 5.6 dm^3 ที่ STP ลงในน้ำกลั่นเป็นสารละลาย 300 cm^3 ถ้าได้แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ละลายทั้งหมด จะได้สารละลายเข้มข้นกี่ mol / dm^3
ก. 0.63 ข. 0.83 ค. 0.9 ง. 2.5

22. สารละลาย A มีความเข้มข้น 5 mol/kg จงหาความเข้มข้นเป็น mol/dm^3 กำหนดให้ มวลโมเลกุลของสาร A เท่ากับ 120 ความหนาแน่นของสาร A เท่ากับ 1.2 g/cm^3
ก. 3.75 ข. 4.75 ค. 5.05 ง. 6.55

<u>จุดประสงค์ที่ 4</u> อธิบายการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้

23. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ที่ชั่งน้ำหนักให้มีความเข้มข้นแน่นอน ควรมีวิธีการเตรียมตามข้อใด

ก. ละลายในบีกเกอร์ด้วยน้ำบางส่วน แล้วเทผ่านกรวยใส่ในขวดวัดปริมาตรจนเต็ม

ข. ตวงน้ำใส่ขวดวัดปริมาตรให้ถึงขีดที่ต้องการ แล้วเทสารที่ต้องการเตรียมลงไป เขย่าให้สารละลาย

ค. ละลายสารในบีกเกอร์ด้วยน้ำบางส่วน แล้วเทใส่กระบอกตวงที่มีขีดวัดปริมาตร จากนั้นเติมน้ำให้ถึงขีดวัดปริมาตรที่ต้องการ

ง. ละลายสารในบีกเกอร์ด้วยน้ำบางส่วนแล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตร เขย่าให้ละลาย เติมน้ำล้างสารในบีกเกอร์ลงไปด้วยแล้วเติมน้ำจนถึงขีดวัดปริมาตร

24. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น ร้อยละ 15 โดยมวล ข้อใดกล่าวผิด

ก. ละลายโซเดียมคลอไรด์ 7.5 g ในน้ำ 42.5 g ข. ละลายโซเดียมคลอไรด์ 12.0 g ในน้ำ 68 g

ค. ละลายโซเดียมคลอไรด์ 15.0 g ในน้ำ 100 g ง. ละลายโซเดียมคลอไรด์ 21.0 g ในน้ำ 119 g

25. ในการทดลองอันหนึ่งปรากฏว่าต้องการใช้กรดไนตริก (HNO_3) 0.1 mol / dm^3 จำนวน 450 cm^3 แต่ในห้องปฏิบัติการมีแต่กรดไนตริกที่เขียนสลากติดไว้ HNO_3 70% w/v density 1.4 g/cm^3 นักเรียนจะเตรียมสารละลายที่มีปริมาตรและความเข้มข้นที่ต้องการได้โดยวิธีใดในข้อใด (กำหนดมวลอะตอม H = 1, N = 14, O = 16)

ก. นำกรดไนตริกจากขวดมา 2.02 cm^3 แล้วเติมน้ำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3

ข. นำกรดไนตริกจากขวดมา 4.04 cm^3 แล้วเติมน้ำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3

ค. นำกรดไนตริกจากขวดมา 6.06 cm^3 แล้วเติมน้ำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3

ง. ใช้กรดจากขวดได้เลย

26. มี NaOH 10 กรัม จะเตรียมสารละลายเข้มข้น 0.5 mol / dm^3 ได้ปริมาตรกี่ cm^3 (มวลอะตอม H = 1, O = 16, Na = 23)

ก. 500 ข. 400 ค. 300 ง. 200

27. ต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.2 mol / dm^3 จำนวน 250 cm^3 จะต้องชั่งมวลโซเดียมไฮดรอกไซด์ มากี่กรัม (g) (มวลอะตอม H = 1, O = 16, Na = 23)

ก. 1.0 ข. 2.0 ค. 3.0 ง. 4.0

28. มี $CuSO_4$ 1 mol/dm^3 อยู่ 500 cm^3 แบ่งมา 100 cm^3 ทำให้เจือจางเป็น 1000 cm^3 สารละลายนี้เข้มข้นกี่ mol/dm^3 (มวลอะตอม Cu = 63.5, S = 32, O = 16)

ก. 10.0 ข. 5.0 ค. 0.5 ง. 0.1

29. สารละลายชนิดหนึ่ง 100 cm^3 เข้มข้น 3 mol/dm^3 ต้องการเตรียมให้เข้มข้นเป็น 2 mol/dm^3 จะต้องเติมน้ำจนมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 300 ข. 200 ค. 150 ง. 125

30. ผสมสาระลายกรด HCl ขวดที่ 1 ซึ่งมีความเข้มข้น 1 mol/ dm^3 จำนวน 300 cm^3 กับ HCl ขวดที่ 2 ซึ่งมีความเข้มข้น 2 mol/ dm^3 จำนวน 200 cm^3 แล้วเติมน้ำลงไปอีก 500 cm^3 สารละลายผสมที่ได้จะมีความเข้มข้นกี่ mol/ dm^3

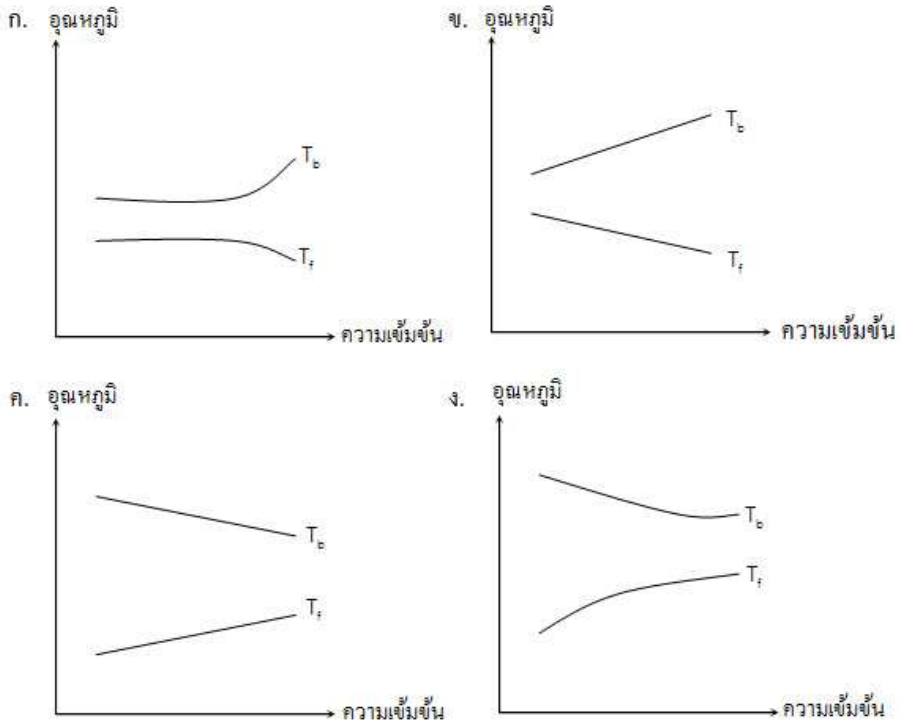
ก. 0.5 ข. 0.7 ค. 1.5 ง. 2.0

<u>จุดประสงค์ที่ 5</u> เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้

31. ถ้าเติม NaCl จำนวนหนึ่งลงในน้ำ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารใหม่ที่ได้เป็นไปตามข้อใด

ข้อ	จุดเดือด	จุดเยือกแข็ง
ก.	เพิ่มขึ้น	ลดลง
ข.	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
ค.	ลดลง	ลดลง
ง.	ลดลง	เพิ่มขึ้น

32. จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายที่ตัวละลายไม่ระเหย และไม่แตกตัวเป็นไอออน ควรเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้น ดังกราฟรูปใด



33. ปริมาณการเปลี่ยนแปลงจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของน้ำเชื่อมขึ้นอยู่กับสิ่งใดต่อไปนี้

ก. ชนิดตัวทำละลาย ข. ปริมาณตัวทำละลาย

ค. ปริมาณตัวละลาย ง. ปริมาณตัวละลายและตัวทำละลาย

<u>จุดประสงค์ที่ 6</u> เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 34-35 สารละลาย A , B และ C มีปริมาณตัวละลาย ในตัวทำละลายดังนี้

สารละลาย	ปริมาณตัวละลาย(g)	ปริมาณตัวทำละลาย(g)
A	C_6H_6 2.34	โพรพาโนน 10
B	C_7H_8 18.4	โพรพาโนน 50
C	$C_{10}H_8$ 38.4	โพรพาโนน 100
D	$C_{10}H_8$ 40.4	โพรพาโนน 150

34. สารละลายใดมีจุดเยือกแข็ง**ต่ำที่สุด** (มวลอะตอมของาตุ H= 1, C=12)

ก. A ข. B ค. C ง. D

35. สารละลายในข้อใดมีจุดเดือด**เท่ากัน**

ก. A = B ข. B = C ค. A = C ง. C = D

<u>จุดประสงค์ที่</u> 7 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันได้

36. กำหนดให้จุดเยือกแข็งของไตรคลอโรมีเทนเท่ากับ – 63.5 องศาเซลเซียส ในการทดลองหาจุดเยือกแข็งของสารละลาย A, B, C และ D ผลการทดลองของสารใดคลาดเคลื่อน

สารละลาย	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเยือกแข็ง (°C)
A กรดซาลิซิลิกในคลอโรมีเทน	2.0	-75
B แนฟทาลีนในไตรคลอโรมีเทน	5.0	-86
C กรดโอเลอิกในไตรคลอโรมีเทน	0.5	-69
D กรดเบนโซอิกในคลอโรมีเทน	4.0	-59

ก. A ข. B ค. C ง. D

37. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายจะมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งสูงกว่าน้ำซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์

ข. สารละลายชนิดเดียวกันจะมีจุดเดือดเท่ากันถึงแม้ว่าความเข้นข้นในหน่วยโมล/กิโลกรัมจะแตกต่างกัน

ค. สารละลายต่างชนิดกันแต่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมล/กิโลกรัมสูงกว่า จะมีจุดเดือดสูงกว่า

ง. สารละลายชนิดเดียวกัน เมื่อมีความเข้มข้นในหน่วยโมล/กิโลกรัมต่างกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะมีจุดเยือกแข็งสูงกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า

<u>จุดประสงค์ที่</u> 8 อธิบายความหมายและคำนวณค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็งได้

38. ข้อใด**ผิด**

ก. สารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่างกันจะมีจุดเดือดต่างกัน

ข. สารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อกิโลกรัมเท่ากัน แต่ตัวละลายต่างกัน จะมีจุดเยือกแข็งเท่ากัน

ค. สารละลายที่มีตัวทำละลายเหมือนกันจะมีค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของสารละลายเท่ากัน

ง. สมบัติคอลิเกตีฟขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย ชนิดของตัวทำละลาย และชนิดของตัวละลาย

39. กลีเซอรอล ($C_3 H_8 O_3$) 46 กรัม ละลายน้ำจะได้สารละลายที่มีจุดเยือกแข็ง –3.72 °C จงคำนวณหามวลของน้ำ กำหนดค่า K_f ของน้ำเท่ากับ 1.86 °C /mol Kg (มวลอะตอม H = 1, O = 16, C = 12)

ก. 100 กรัม ข. 200 กรัม ค. 250 กรัม ง. 300 กรัม

40. ในการทดลองครั้งหนึ่ง เมื่อละลายสาร A 2.76 g ในเอทานอล (C_2H_5OH) 10 g พบว่าสารละลายมีจุดเดือด 82.16 °C จงหามวลโมเลกุลของสาร A (กำหนดให้ จุดเดือดของเอทานอลเท่ากับ 78.50 °C ค่าคงที่ของการเพิ่มของจุดเดือด (K_b) ของเอทานอลเท่ากับ 1.22 °C / mol kg

ก. 92 ข. 74 ค. 60 ง. 42

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ง	11	ก	21	ข	31	ก
2	ข	12	ค	22	ก	32	ข
3	ก	13	ง	23	ง	33	ง
4	ค	14	ก	24	ค	34	ข
5	ค	15	ข	25	ข	35	ค
6	ข	16	ก	26	ก	36	ง
7	ง	17	ค	27	ข	37	ค
8	ง	18	ก	28	ง	38	ง
9	ก	19	ค	29	ค	39	ค
10	ข	20	ง	30	ข	40	ก

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน

คำชี้แจง แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

คำสั่ง จงกากบาท X ข้อ ก ข ค และ ง ที่ถูกต้องที่สุด

1. ถ้านักเรียนต้องการจะตรวจสอบว่าดินต่างชนิดกันจะอุ้มน้ำได้ในปริมาณที่ต่างกันอย่างไร นักเรียนตั้ง**สมมุติฐาน**ได้ว่าอย่างไร

ก. ถ้าชนิดของดินมีผลต่อปริมาณน้ำที่อุ้มไว้ ดังนั้นดินเหนียวจะอุ้มน้ำได้มากกว่าดินร่วน และดินร่วนจะอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าดินทราย ”

ข. ดินต่างชนิดกันย่อมอุ้มน้ำไว้ได้ต่างกันด้วย

ค. ดินที่มีเนื้อดินละเอียดจะอุ้มน้ำได้ดีกว่าดินเนื้อหยาบ

ง. ดินที่ยึดเกาะกันแน่นจะอุ้มน้ำได้ดี

2. ทดลองปลูกผักสองแปลง แปลงหนึ่งรดด้วยน้ำผสมโปแตสเซียม อีกแปลงหนึ่งรดน้ำธรรมดา สังเกตการเจริญเติบโตของผักกาดขาวทั้งสองแปลง ข้อใดเป็น**สมมติฐาน**ของการทดลองนี้

ก. ผักกาดขาวที่รดน้ำผสมโปแตสเซียมราคาดีกว่าผักกาดขาวที่รดด้วยน้ำธรรมดา

ข. น้ำผสมโปแตสเซียมทำให้ผักกาดขาวงอกดีกว่าน้ำธรรมดา

ค. น้ำผสมโปแตสเซียมและน้ำธรรมดามีความจำเป็นต่อพืช

ง. น้ำผสมโปแตสเซียมทำให้ดินดีกว่าน้ำธรรมดา

3. ปัญหามลภาวะของเสียงส่วนใหญ่มาจากยวดยานพาหนะต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถจักรยานยนต์เก่าหรือรถที่ดัดแปลงท่อไอเสียจนสร้างความรำคาญให้ผู้คน จากข้อความดังกล่าวควรตั้ง**สมมติฐาน**ได้ว่าอย่างไร

ก. เสียงที่เกิดจากยานพาหนะที่ไม่ได้มาตรฐานก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง

ข. มลภาวะของเสียงเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์

ค. มลภาวะของเสียงเกิดจากยานพาหนะ

ง. ความดังของเสียงก่อให้เกิดมลภาวะ

4. ทำการทดลองโดยใส่ดิน น้ำ และทราย ปริมาณเท่าๆกัน ลงในภาชนะชนิดเดียวกัน วัดอุณหภูมิแล้วนำไปไว้กลางแดดเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นวัดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง นักเรียนคิดว่าการทดลองนี้ทดสอบ**สมมติฐาน**ข้อใด

ก. น้ำ ดิน และทราย อุณหภูมิเพิ่มขึ้น

ข. น้ำ ดิน และทราย ได้รับแสงเท่ากัน

ค. น้ำ ดิน และทราย คายความร้อนไม่เท่ากัน

ง. น้ำ ดิน และทราย ดูดความร้อนไม่เท่ากัน

5. สถานการณ์ต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 5

มาลีปลูกต้นข้าวโพดไว้ 1 แปลง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการปลูกอย่างถูกต้อง แล้วใส่ปุ๋ย รดน้ำ พรวนดิน ต้นข้าวโพดเหมือนกัน มาลีสังเกตเห็นว่ามีข้าวโพดต้นหนึ่งเจริญเติบโตมากกว่าต้นอื่นๆ ในแปลงเดียวกัน นักเรียนจะช่วยมาลีตั้ง**สมมติฐาน**ว่าอย่างไร

ก. มีอะไรเกิดขึ้นกับต้นข้าวโพดในแปลง

ข. การใส่ปุ๋ย รดน้ำ พรวนดิน ช่วยให้ข้าวโพดเจริญเติบโต

ค. ทำไมต้นข้าวโพดจึงเจริญเติบโตกว่าต้นอื่นๆในแปลงเดียวดัน

ง. ถ้าต้นข้าวโพดเจริญเติบโตมากกว่าต้นอื่นๆในแปลงเดียวกันน่าจะได้รับแร่ธาตุในดินที่มีมากกว่าต้นอื่นๆ

6. นเดชต้องการจะปลูกชบา จึงวางแผนการทดลองโดยนำกิ่งชบาสดซึ่งมีตาที่กำลังผลิหลายกิ่งมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เท่าๆกัน ส่วนหนึ่งนำไปแช่น้ำประปา อีกส่วนหนึ่งนำไปแช่ไว้ในน้ำประปาผสมเกลือ ข้อใดควรเป็น**สมมติฐาน**ในการทำการทดลอง

ก. เกลือมีผลต่อการผลิใบของตากิ่งชบา

ข. เกลือช่วยทำให้รากพืชงอกเร็วขึ้น

ค. เกลือทำให้น้ำประปาสะอาดขึ้น

ง. น้ำประปามีผลต่อกิ่งชบา

7. จากสมมติฐานที่ว่า “ชนิดของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหางนกยูงหรือไม่” นิยามเชิงปฏิบัติการของ**การเจริญเติบโต**ตรงกับข้อใด

ก. การเพิ่มน้ำหนักของสิ่งมีชีวิต

ข. การเพิ่มจำนวนเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ค. การเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของสิ่งมีชีวิต

ง. การขยายขนาดของเซลล์และเพิ่มน้ำหนักของสิ่งมีชีวิต

8. โบนัสกำลังทดลองทำไม้อัดจากกระดาษเหลือใช้ชนิดต่างๆและต้องการทดสอบว่ากระดาษชนิดใดเมื่อทำเป็นไม้อัดแล้วจะแข็งแรงที่สุดข้อใดคือนิยามเชิงปฏิบัติการ **ความแข็งแรง** เหมาะสมที่สุด

ก. ไม้อัดไม่แตกหักง่ายสามารถรองรับน้ำหนักได้ดี

ข. ไม้อัดไม่เปราะเมื่อนำไปเลื่อยเพื่อใช้ในงานประดิษฐ์ต่างๆ

ค. ไม้อัดมีเนื้อไม้เรียงตัวกันเป็นระเบียบ ลายไม้สวยงาม กันน้ำได้ดี

ง. ไม้อัดไม่แตกหักเมื่อวางบนเครื่องอัดที่มีก้อนน้ำหนักตั้งแต่สองกิโลกรัมขึ้นไป

9. ในการทดลองเรื่องการฝังมะนาวในทรายที่มีอุณหภูมิพอเหมาะ จะทำให้มะนาวคงความสดไว้ได้นาน ข้อใดไม่ต้องมี**นิยามเชิงปฏิบัติการ**

ก. ความสด

ข. มะนาว

ค. การฝังมะนาว

ง. อุณหภูมิพอเหมาะ

10. ในการทดลองเลี้ยงไก่ ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของ “**การเจริญเติบโต**”

ก. ไก่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

ข. ไก่มีความสูงเพิ่มขึ้น

ค. ไก่มีขนาดใหญ่ขึ้น

ง. ไก่มีความแข็งแรงมากขึ้น

11. ข้อใดเป็นคำถามที่นำไปสู่การกำหนด**นิยามเชิงปฏิบัติการ**

ก. นักเรียนคิดว่าของสิ่งนี้จะจมหรือไม่

ข. เราควรปลูกต้นไม้ไว้ที่บริเวณใด

ค. ดินทรายในที่นี้ หมายถึงดินกี่ส่วนปนกับทรายกี่ส่วน

ง. นมถั่วเหลืองให้ประโยชน์แก่เราอย่างไร

12. อาจารย์สันต์ชัยต้องการคัดเลือกนักเรียนที่มีสมรรถภาพ เพื่อเป็นตัวแทนโรงเรียนในการแข่งขันกีฬาสถาบันการศึกษาแห่งชาติ จึงทำการคัดเลือกโดยให้นักเรียนวิ่งในสนามเป็นระยะทาง100 เมตร โดยเริ่มจากจุดเดียวกัน จับเวลาที่แต่ละคนใช้ในการวิ่ง คำว่า **“สมรรถภาพ”** ในการทดสอบครั้งนี้สามารถสังเกตได้จากข้อใด

ก. ระยะทางที่นักเรียนแต่ละคนวิ่งในเวลาที่ต่างกัน

ข. ระยะทางที่นักเรียนแต่ละคนวิ่งในเวลาที่เท่ากัน

ค. เวลาที่นักเรียนแต่ละคนวิ่งในระยะทางที่ต่างกัน

ง. เวลาที่นักเรียนแต่ละคนวิ่งในระยะทางที่เท่ากัน

13. ถ้าต้องการทดสอบว่าอุณหภูมิ มีผลต่อการกร่อนของหิน หรือไม่ ควรใช้สิ่งใดเป็นตัวแปรต้น

ตัวเลือก	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ก	ชนิดของหิน	การกร่อนของหิน
ข	อุณหภูมิ	การกร่อนของหิน
ค	อุณหภูมิ	ชนิดของหิน
ง	การกร่อนของหิน	อุณหภูมิ

14. แม่เหล็กไฟฟ้าจะดูดจำนวนตะปูได้มากขึ้นถ้าแม่เหล็กไฟฟ้านั้นมีจำนวนแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น ตัวแปรควบคุมในที่นี้ คือ

ก. ชนิดของแม่เหล็กไฟฟ้าและชนิดของแบตเตอรี่

ข. ชนิดของแม่เหล็กไฟฟ้า

ค. จำนวนตะปูที่ถูกดูด

ง. จำนวนแบตเตอรี่

15. ถ้านักเรียนตั้งสมมติฐานว่า “ เนื้อที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช” ในการทดลองนี้สิ่งที่ไม่ต้องควบคุมคืออะไร

ก. ขนาดของพื้นที่

ข. ปริมาณน้ำที่รด

ค. อุณหภูมิของบริเวณทดลอง

ง. ชนิด ขนาด และอายุของพืช

16. ใส่ตัวอย่างดิน 3 ชนิด คือดินเหนียว ดินทราย ดินร่วน ลงในหลอดทดลองขนาดกลางชนิดละหลอด อย่างละครึ่งหลอดแล้วรินน้ำลงในดิน เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ จุ่มกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ลงไปหลอดละ 1 ชิ้น เทียบสีของกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์กับแถบสีแสดงค่า pH ข้อใดต่อไปนี้คือ **ตัวแปรต้น**

ก. น้ำ

ข. ค่า pH

ค. ชนิดของดิน

ง. กระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์

17. พลอยต้องการศึกษาว่าน้ำเย็นกับน้ำอุ่นมีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่ จึงนำน้ำเย็นใส่ลงในลูกโป่ง 2 ใบ แล้วนำไปใส่ลงในขวดโหลใบที่ 1 ซึ่งบรรจุน้ำเย็นและขวดโหลใบที่ 2 ซึ่งบรรจุน้ำอุ่น การทดลองดังกล่าวตัวแปรต้นคือสิ่งใด

ก. ปริมาณน้ำที่ใส่ในลูกโป่ง ข. ปริมาณน้ำที่ใส่ในขวดโหล

ค. ลักษณะของขวดโหล ง. อุณหภูมิของน้ำในขวดโหล

18. วิภาวีต้องการศึกษาองค์ประกอบของน้ำหมึกสีดำ จึงตัดสินใจเลือกใช้วิธีโครมาโทกราฟี แต่ไม่แน่ใจว่าหมึกสีดำจะละลายในตัวทำละลายชนิดใด จึงเลือกใช้น้ำและ แอลกอฮอล์ เป็นตัวทำละลาย พร้อมทั้งใช้กระดาษกรองเป็นตัวดูดซับ ผลปรากฏว่า ได้สารที่มีสีแยกออกมาเป็นสาร A B และ C ตามลำดับ ข้อใดต่อไปนี้**ไม่ถูกต้อง**

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ก. ความยาวของกระดาษกรอง	ตัวทำละลาย
ข. ชนิดของตัวทำละลาย	องค์ประกอบของน้ำหมึกสีดำ
ค. สีที่แยกออกมาบนกระดาษกรอง	ความยาวของกระดาษกรอง
ง. ชนิดของกระดาษกรอง	ตัวทำละลาย

19. การทดลองเพื่อหาปริมาณการละลายของสารต่างๆในน้ำ ณ อุณหภูมิห้องควรเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใดจึงจะเหมาะสม

ก. เทียน สาร น้ำ หลอดทดลอง ช้อนตักสาร

ข. หลอดนำก๊าซ สาร น้ำ บีกเกอร์ ช้อนตักสาร

ค. สาร น้ำ หลอดทดลอง ช้อนตักสาร หลอดฉีดยา

ง. สาร บีกเกอร์ แอลกอฮอล์ หลอดทดลอง ช้อนตักสาร

20. ลูกบอลลูกที่ 1 มีมวลเป็น 2 เท่าของลูกบอลลูกที่ 2 เมื่อปล่อยให้ลูกบอลตกอย่างอิสระจากที่ระดับความสูงเท่ากัน ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**เกี่ยวกับลูกบอลทั้งสองลูก

ก. ลูกบอลลูกที่ 1 ตกถึงพื้นก่อนลูกที่ 2 ข. ลูกบอลลูกที่ 2 ตกถึงพื้นก่อนลูกที่ 1

ค. ลูกบอลทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกัน ง. สรุปไม่ได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

21.ปฏิกิริยาข้อใดเกิด**เร็ว**ที่สุด

ก. ผสมสังกะสีบดมวล 1 g กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวล 10 cm^3

ข. ผสมสังกะสีบดมวล 1 g กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล 10 cm^3

ค. ผสมสังกะสีขนาด 1×1 cm มวล 1 g กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล 10 cm^3

ง. ผสมสังกะสีขนาด 1 ×2 cm มวล 1 g กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล 10 cm^3

22.การบ่มผลไม้ให้สุกเร็วขึ้นจะใส่ถ่านแก๊สหรือแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) ในภาชนะที่บ่มผลไม้ แคลเซียมคาร์ไบด์ ทำหน้าที่อย่างไร

ก. ช่วยเพิ่มอุณหภูมิ

ข. ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

ค. ทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะลดลง

ง. ทำปฏิกิริยากับความชื้นให้สารที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

23.ข้อใด**ไม่**ทำให้เกิดการสึกกร่อน

ก. หยดกรดไฮโดรคลอริกลงบนพื้นหินปูน

ข. ใช้มีดหั่นมะนาวแล้วไม่เช็ดให้แห้ง

ค. ขันน้ำอะลูมิเนียมเมื่อใช้ไปนานๆ แล้วผิวจะหมอง

ง. ตะปูเหล็กที่ใส่ไว้ในภาชนะที่ไม่ปิดฝา

24.ข้อใดมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างแน่นอน

ก. ผสมสารละลายเข้าด้วยกันแล้วมีความร้อนเกิดขึ้น

ข. จุ่มช้อนสังกะสีลงในพริกดอง 2-3 วัน พบว่าช้อนกร่อนไปเล็กน้อย

ค. นำเหล็กมาเผาให้ร้อนแล้วทุบจนกระทั่งมีความคมใช้ทำมีดได้

ง. นำก้อนแร่พลอยมาเจียระไนจนได้พลอยรูปหลังเบี้ยใช้ทำหัวแหวน

25. ผลการทดลอง หาจุดเดือดของของเหลวชนิดหนึ่งที่ระดับความสูงต่างๆ กันได้ข้อมูลดังนี้

ความสูงจากระดับน้ำทะเล(เมตร)	จุดเดือด(องศาเซลเซียส)
80	99
180	98
250	96
500	92
1,630	91

ควรสรุปข้อมูลในตารางนี้ว่าอย่างไร

ก. ของเหลวย่อมต้มให้เดือดได้

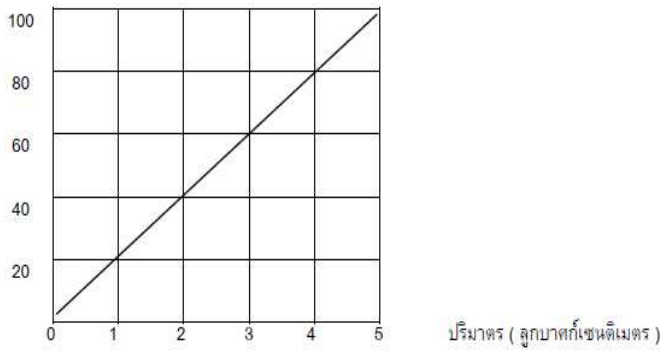
ข. จุดเดือดของของเหลวไม่คงที่

ค. ของเหลวนี้มีจุดเดือดเท่ากับน้ำ

ง. ระดับความสูงเพิ่มขึ้นจุดเดือดยิ่งต่ำลง

ข้อมูลสำหรับตอบคำถาม ข้อ 43-44

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตรของวัตถุ



26. ถ้าวัตถุมีปริมาตร 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีมวลเท่าใด

ก. 80 กรัม ข. 70 กรัม ค. 60 กรัม ง. 50 กรัม

27. จากกราฟ ข้อมูลใดเป็นการลงข้อสรุป

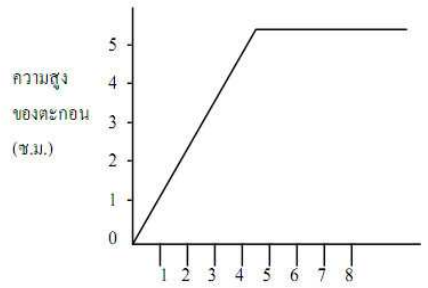
ก. วัตถุมีมวลน้อยปริมาตรจะคงที่

ข. วัตถุมีมวลมากขึ้นจะมีปริมาตรลดลง

ค. วัตถุมีปริมาตรมากขึ้นจะมีมวลลดลง

ง. มวลและปริมาตรของวัตถุจะสัมพันธ์กัน

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ **28-29** เมื่อใส่สาร A จำนวนหนึ่งลงในหลอดทดลองแล้วเติมสาร B ลงไปจำนวนต่าง ๆ กันจะเกิดตะกอนขึ้นซึ่งเมื่อวัดความสูงของตะกอนจะได้ดังกราฟ



ปริมาตรของสาร B ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

28. ถ้าเติมสาร B ลงไป 8 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะได้ตะกอนสูงกี่เซนติเมตร

ก. 4.5 ข. 5.0

ค. 5.5 ง. 7.0

29. นักเรียนจะแปลความหมายจากกราฟนี้ว่าอย่างไร

ก. เมื่อเพิ่มปริมาตรสาร B ตะกอนจะสูงขึ้นและเมื่อถึงจุดหนึ่งจะเริ่มคงที่

ข. เมื่อลดปริมาตรสาร B ตะกอนจะสูงขึ้นและเมื่อถึงจุดหนึ่งจะเริ่มสูงขึ้น

ค. เมื่อเพิ่มปริมาตรสาร B ตะกอนจะคงที่และเมื่อถึงจุดหนึ่งจะเริ่มสูงขึ้น

ง. เมื่อลดปริมาตรสาร B ตะกอนจะคงที่และเมื่อถึงจุดหนึ่งจะเริ่มสูงขึ้น

30. จงใช้ข้อมูลแสดงอุณหภูมิของสารตั้งต้นและอุณหภูมิที่วัดได้ เมื่อนำสารตั้งต้นผสมกันประกอบการตอบคำถาม

การทดลอง	อุณหภูมิของสารตั้งต้น (องศาเซลเซียส)		อุณหภูมิหลังการผสม (องศาเซลเซียส)
	25	25	
1	A	B	28
2	C	D	40
3	X	Y	22
4	P	Q	48

การทดลองใดเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน

ก. A + B ข. C + D

ค. P + Q ง. X + Y

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน

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

ภาคผนวก ค
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 11 สรุปผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ เรื่อง สารละลาย

รายการประเมิน	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. สาระสำคัญ 1.1 ถูกต้องได้ใจความ	4.67	5.00	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67
1.2 แสดงความคิดหลักได้ชัดเจน	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
1.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 นำไปสู่การปฏิบัติได้	4.67	4.33	4.33	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	4.33
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรม	4.67	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67
2.4 ระบุพฤติกรรมที่วัดประเมินได้ชัดเจน	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
2.5 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทักษะพิสัย และจิตพิสัย	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67
3. สาระการเรียนรู้ / กิจกรรมการเรียนรู้ 3.1 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67
3.2. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชา	4.67	5.00	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.4 พัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนได้ชัดเจน	4.67	5.00	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67
3.5 เน้นผู้เรียนให้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วมค้นคว้า วิเคราะห์ และลงข้อสรุป	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.6 กิจกรรมเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67
3.7 กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
	1	2	3	4	5	6	7	8
4. สื่อ อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้ 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรม	4.67	4.67	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67
4.2 สื่อเหมาะสม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67
4.3 สนองต่อจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	5.00	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67
5. การวัดและประเมินผล 5.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญ	4.67	4.67	5.00	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67
5.2 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม	4.67	4.67	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67
5.3 วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	4.67	5.00	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67
5.4 มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง	4.67	5.00	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67
5.5 ใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	4.67	4.67	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67
รวม	108.4	110.03	109.05	111.03	111.36	108.4	107.74	107.4
เฉลี่ย	4.71	4.78	4.74	4.82	4.84	4.71	4.68	4.66

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

จุดประสงค์ที่	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	5	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	7	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	11	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	18	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
3	19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	22	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	27	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	34	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	37	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	38	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	39	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	40	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	41	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	42	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	43	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	44	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	45	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	46	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	47	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	48	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	49	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	50	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	51	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	52	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	53	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	54	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	55	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
8	56	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	57	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	58	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	59	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	60	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	การแปลผล ค่าดัชนี IOC มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปใช้ได้						

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมชี้วัด (IC)

จุดประสงค์	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	7	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	10	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	13	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	17	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	21	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	25	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ทักษะการทดลอง	31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	34	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	38	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	39	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	40	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	41	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	42	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	43	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	44	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	45	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	46	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	47	1	0	1	3	0.67	ใช้ได้
	48	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	49	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	50	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	การแปลผล ค่าดัชนี IC มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปใช้ได้						

ตาราง 14 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B-Index) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลาย วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.90	21	0.62
2	0.76	22	0.76
3	0.93	23	0.86
4	0.55	24	0.59
5	0.76	25	0.72
6	0.83	26	0.90
7	0.90	27	0.83
8	0.93	28	0.72
9	0.86	29	0.76
10	0.79	30	0.52
11	0.83	31	0.76
12	0.66	32	0.69
13	0.86	33	0.83
14	0.79	34	0.76
15	0.72	35	0.72
16	0.83	36	0.72
17	0.55	37	0.69
18	0.76	38	0.86
19	0.76	39	0.86
20	0.79	40	0.86

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ = 0.94

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.23	0.70	16	0.26	0.72
2	0.34	0.62	17	0.43	0.53
3	0.66	0.75	18	0.66	0.67
4	0.26	0.72	19	0.37	0.63
5	0.23	0.70	20	0.29	0.82
6	0.23	0.62	21	0.23	0.62
7	0.77	0.33	22	0.74	0.40
8	0.20	0.70	23	0.74	0.58
9	0.26	070	24	0.26	0.70
10	0.20	0.70	25	0.23	0.80
11	0.20	0.70	26	0.23	0.80
12	0.37	0.63	27	0.46	0.65
13	0.23	0.70	28	0.29	0.63
14	0.60	0.28	29	0.37	0.63
15	0.37	0.80	30	0.29	0.53

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ = 0.96

ตาราง 16 คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน พฤติกรรมการเรียน การทดสอบย่อย คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

เลขที่	แผนที่ 1			แผนที่ 2			แผนที่ 3			แผนที่ 4			แผนที่ 5			แผนที่ 6			แผนที่ 7			แผนที่ 8			รวม
	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	
	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	
1	23	9	8	24	9	9	23	9	8	26	9	9	26	9	8	22	9	8	23	9	7	24	9	9	329
2	24	10	8	23	9	7	22	9	9	23	9	8	23	9	9	22	9	8	24	9	8	23	9	8	322
3	23	9	7	25	9	8	24	9	8	26	9	7	26	9	8	20	9	9	24	9	9	24	9	8	329
4	25	9	9	25	9	8	24	9	9	26	9	9	26	9	8	21	8	8	24	9	8	24	9	9	335
5	25	8	8	25	9	9	23	9	8	23	9	9	23	9	8	21	8	8	24	9	9	23	9	8	326
6	24	8	8	24	9	9	22	9	7	26	9	8	26	9	9	21	8	8	24	9	8	23	9	9	328
7	25	8	8	25	9	8	23	9	8	23	9	8	23	9	8	21	8	9	24	9	8	23	9	9	323
8	23	9	8	24	9	8	22	9	7	26	9	8	26	9	7	21	9	9	23	9	6	24	9	9	323
9	25	10	9	25	10	10	24	10	9	26	10	8	26	9	9	22	9	10	25	9	9	24	10	10	348
10	24	8	7	24	9	8	23	9	7	25	9	8	25	9	8	21	8	9	24	9	8	25	9	7	323
11	24	8	8	24	8	7	23	8	8	23	8	7	23	8	9	21	8	6	23	8	9	24	8	8	311
12	24	8	8	24	8	8	23	8	7	23	8	8	23	8	8	21	8	9	23	8	8	24	8	7	312
13	23	8	8	24	8	7	22	8	7	23	8	8	23	8	9	21	8	7	23	8	9	24	8	8	310

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนที่ 1			แผนที่ 2			แผนที่ 3			แผนที่ 4			แผนที่ 5			แผนที่ 6			แผนที่ 7			แผนที่ 8			รวม
	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	
	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	
17	24	8	8	22	9	9	23	9	7	20	9	6	23	9	8	21	8	8	25	9	9	24	9	9	317
18	25	8	8	23	9	9	24	9	8	22	9	7	26	9	8	22	8	9	24	9	9	25	9	8	326
19	25	8	8	24	9	8	24	8	8	20	9	8	25	8	7	22	8	8	24	9	8	25	9	8	320
20	24	8	8	24	9	8	23	9	7	23	9	8	23	9	8	22	8	8	24	9	8	25	9	8	321
21	24	7	8	23	8	8	23	8	7	23	8	8	23	8	7	21	8	7	23	8	9	24	8	9	310
22	23	8	8	23	8	7	23	8	9	23	8	9	25	8	7	21	8	8	23	8	8	24	8	9	314
23	24	7	7	23	7	7	23	8	8	20	8	7	23	8	8	21	8	7	23	8	8	24	8	8	303
24	25	9	8	23	8	8	23	9	7	20	9	8	23	8	7	21	8	8	23	8	8	24	8	8	311
25	23	8	8	22	9	8	22	8	7	22	9	8	25	9	8	21	8	8	24	9	9	25	9	9	318
26	23	9	8	23	9	9	23	9	8	20	9	8	23	9	7	21	9	7	23	9	9	24	9	9	317
27	24	8	8	23	8	8	24	8	7	23	9	9	26	8	9	23	8	8	24	9	9	25	8	9	326

Mahasarakham University

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนที่ 1			แผนที่ 2			แผนที่ 3			แผนที่ 4			แผนที่ 5			แผนที่ 6			แผนที่ 7			แผนที่ 8			รวม
	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	
	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	
28	25	9	8	23	9	9	23	9	9	23	9	8	26	9	8	23	8	9	24	9	8	25	9	9	331
29	24	8	9	23	9	9	23	9	8	23	9	9	26	9	7	22	8	9	24	9	9	25	9	7	327
30	23	9	9	23	9	10	23	9	9	22	9	9	25	9	8	21	9	10	23	9	9	24	9	10	330
31	24	8	7	23	8	9	23	9	8	22	8	7	25	9	10	22	8	9	24	9	8	25	9	8	322
32	24	8	8	23	9	9	24	9	9	22	9	8	25	9	9	22	8	9	25	9	9	24	9	9	329
33	25	10	8	23	10	9	24	9	9	22	9	9	25	10	9	22	10	9	24	9	9	25	9	8	337
34	25	10	7	23	10	9	23	9	8	23	9	9	26	10	9	21	10	9	25	9	9	25	9	10	337
35	25	7	7	22	8	8	22	8	9	23	9	8	26	8	9	22	8	10	24	9	9	25	9	9	324
36	25	10	7	23	9	9	23	9	8	23	9	7	26	9	6	22	8	9	25	9	9	24	9	8	326
37	24	8	8	23	8	8	22	8	8	23	9	9	26	8	10	22	8	7	24	9	9	25	9	9	323
38	23	8	8	23	8	9	24	8	9	23	9	8	23	8	9	22	8	8	25	9	9	24	9	10	324

Mahasarakham University

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	แผนที่ 1			แผนที่ 2			แผนที่ 3			แผนที่ 4			แผนที่ 5			แผนที่ 6			แผนที่ 7			แผนที่ 8			รวม
	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	กิจกรรม	พฤติกรรม	ทดสอบ	
	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	
รวม	918	321	302	889	332	316	878	331	303	872	336	304	340	332	304	316	317	316	309	335	323	323	335	327	**12286**
X	24.2	8.4	7.94	23.4	8.74	8.32	23.1	8.71	7.97	23.0	8.84	8.0	24.7	8.74	8.0	21.5	8.34	8.32	23.9	8.82	8.5	24.3	8.81	8.8	323.31
S..D.	0.75	0.83	0.57	0.86	0.64	0.81	0.69	0.52	0.79	1.72	0.44	0.84	1.33	0.55	1.09	0.65	0.58	0.9	0.71	0.39	0.69	0.61	0.46	0.79	0.76
ร้อยละ	80.5	84.5	79.5	80.0	87.4	83,2	77.0	87.1	79.7	76.5	88.4	80.0	82.5	87.4	80.0	71.6	83.4	83.2	79.7	88.2	85.0	81.0	88.2	86.1	80.83

Mahasarakham University

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30)
1	18	9	33	23
2	17	8	28	24
3	19	9	31	24
4	20	13	34	26
5	17	11	32	22
6	19	12	33	24
7	16	9	30	22
8	15	8	31	23
9	20	14	34	26
10	14	11	31	22
11	13	8	28	22
12	12	7	29	20
13	14	8	30	22
14	17	8	30	21
15	16	9	31	24
16	18	11	33	25
17	16	9	30	22
18	17	10	32	24
19	16	9	32	22
20	18	8	31	23
21	15	8	28	22
22	14	8	29	22
23	14	6	28	19
24	16	8	29	22
25	16	9	31	23
26	15	8	30	22
27	17	11	32	23

ตาราง 17 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30)
28	19	12	34	25
29	16	11	32	25
30	19	12	32	24
31	17	9	31	23
32	18	10	33	24
33	19	12	32	26
34	18	11	31	25
35	16	9	30	23
36	16	8	32	24
37	14	8	31	21
38	13	7	31	23
รวม	624	358	1,179	877
ค่าเฉลี่ย	16.42	9.24	31.03	23.08
S.D.	2.035	1.84	1.68	1.60
ร้อยละ	41.05	31.40	77.58	76.90

ภาคผนวก ง
หนังสือราชการ

ที่ ศธ 0503.5(2)/9304 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 ตุลาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน

ด้วย นายสุรัตน์ แนวโอโล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต(กศ.ม.) โดยมี อาจารย์ ดร.ศิริพร พึ่งเพ็ชร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้

เพื่อให้การทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้นายสุรัตน์ แนวโอโล ทดลองใช้เครื่องมือจากนักเรียนในสังกัดของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2555 เป็นต้นไป เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแพง)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและจัดการศึกษานอกที่ตั้ง
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและจัดการศึกษานอกที่ตั้ง คณะศึกษาศาสตร์
โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6076

Mahasarakham University

ที่ ศธ 0503.5(2)/2004 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 ตุลาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบข้อมูลเพื่อใช้ในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน

ด้วย นายสุรัตน์ แนวโอโล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาผลการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่องคำราชาศัพท์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) โดยมี อาจารย์ ดร.ศิริพร พึ่งเพ็ชร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้

เพื่อให้การทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดอนุญาตให้ นายสุรัตน์ แนวโอโล เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในสังกัดของท่าน ทั้งนี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2555 เป็นต้นไป เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแพง)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและจัดการศึกษานอกที่ตั้ง
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและจัดการศึกษานอกที่ตั้ง คณะศึกษาศาสตร์
โทร. 0-4375-4322 ถึง 40 ต่อ 6076

Mahasarakham University

ที่ ศธ 0530.5(2)/๑๑๐๔

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 ตุลาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้การศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน อาจารย์วารุณี อินทรบำรุง

ด้วย นายสุรัตน์ แนวโอโล นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น" โดยมี อาจารย์ ดร.ศิริพร พึ่งเพ็ชร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้

เพื่อให้การทำการค้นคว้าอิสระเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแพง)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและจัดการศึกษานอกที่ตั้ง
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
โทร.0-4374-3143 โทรสาร. 0-4372-1764

ที่ ศธ 0530.5(2)/ 2304

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 ตุลาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้การศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน อาจารย์สว่าง ศรีสมบูรณ์

ด้วย นายสุรัตน์ แนวโอโล นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น" โดยมี อาจารย์ ดร.ศิริพร พึ่งเพ็ชร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้

เพื่อให้การทำการค้นคว้าอิสระเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวิลิต ชูกำแพง)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและจัดการศึกษานอกที่ตั้ง
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
โทร.0-4374-3143 โทรสาร. 0-4372-1764

Mahasarakham University

ที่ ศธ 0530.5(2)/๑๑๐4

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 ตุลาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้การศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน อาจารย์วิยะดา ธีร์รัตน์คุณากร

ด้วย นายสุรัตน์ แนวโอโล นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น" โดยมี อาจารย์ ดร.ศิริพร พึ่งเพ็ชร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้

เพื่อให้การทำการค้นคว้าอิสระเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแพง)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและจัดการศึกษานอกที่ตั้ง
ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
โทร.0-4374-3143 โทรสาร. 0-4372-1764

ภาคผนวก จ
ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังมโนทัศน์ประกอบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

ประวัติย่อของผู้ศึกษาค้นคว้า

ประวัติย่อของผู้ศึกษาค้นคว้า

ชื่อ	นายสุรัตน์ แนวโอโล
วันเกิด	วันที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2515
สถานที่เกิด	อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 801 หมู่ 1 ตำบลบ้านเขว้า อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ 36170
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครูชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ 36170
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2534	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนภูเขียว อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ
พ.ศ. 2538	ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาเคมี - ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
พ.ศ. 2556	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม