

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

สารนิพนธ์
ของ
นัยนา ไชยรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
ตุลาคม 2550

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

สารนิพนธ์
ของ
นัยนา ไชยรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ตุลาคม 2550
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ
ของ
นัยนา ไชยรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
ตุลาคม 2550

นัยนา ไชยรัตน์. (2550).การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.

สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ชุติมา วัฒนศิริ.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 35 คน สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample

ผลการวิจัย สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF SCIENCE ACHIEVEMENT AND ABILITY IN REASONING
THINKING OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS USING BY SCIENCE
ACTIVITY PACKAGE

AN ABSTRACT

BY

NAIYANA CHAIYARAT

Presentated in Partial Fulfillment of the Requirements for the
master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakarinwirot University

September 2007

Naiyana Chaiyarat.(2007). *A Study of science achievement and ability in reasoning thinking of Mathayomsuksa III students using by science activity package*. Master's Project. M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakarinwirot University. Project Advisor : Assoc. Prof. Dr. Chutima Wathanakeri.

The purpose of this research is to study of science achievement and ability in reasoning thinking of Mathayomsuksa III syudents using by science activity package

The sample used in this research were 35 students of Mathayombanbangkapi School. Bangkok, during the first semester of the 2007 academic year. The sample was learned by science activity package. One group pretest-posttest design was used in this study and analysis by t-test for dependent sample.

The results of this indicated that :

The students learned by science activity package were science achievement higher than before significantly at level of .01

The students learned by science activity package were reasoning thinking higher than before significant at level of .01

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
คิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ของ
นัยนา ไชยรัตน์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนะศิริ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนะศิริ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนะศิริ)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์

(อาจารย์ ดร. ราชันย์ บุญธิมา)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

วันที่..... เดือน พ.ศ.2550

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำการวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนะศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนทยา ศรีบางพลี และอาจารย์ ดร. ราชันย์ บุญธิมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์ และคณาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอนทุกท่านที่ประสาทวิชาให้กับผู้วิจัยและเป็นกำลังใจให้คำปรึกษาในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณนางประภัสสร อยู่ยงค์ โรงเรียนบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ นางสาวอัญชลี สมใจ โรงเรียนบ้านบางกะปิ นายอัครเดช จานงค์ธรรม โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ กลุ่มตัวอย่างในการใช้เครื่องมือเพื่อหาประสิทธิภาพ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้เครื่องมือซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากนักเรียนทุกคน

ขอขอบคุณคุณครู โรงเรียนบ้านบางกะปิและเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจให้ในการทำสารนิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ คุณแม่ และพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจอย่างมากในการทำวิจัยให้สำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ใดๆ จากสารนิพนธ์นี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

นัยนา ไชยรัตน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
สมมติฐานการวิจัย	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544	8
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	11
เอกสารเกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม	16
เอกสารเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	32
เอกสารเกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	55
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	57
งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล	58
3 วิธีดำเนินการวิจัย	59
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	59
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	62
การเก็บรวบรวมข้อมูล	66
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	67

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	74
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	74
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	74
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	76
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย	76
สรุปผลการวิจัย	78
อภิปรายผล.....	78
ข้อเสนอแนะ	80
บรรณานุกรม	82
ภาคผนวก	89
ภาคผนวก ก	90
ภาคผนวก ข	92
ภาคผนวก ค	108
ภาคผนวก ง	121
ภาคผนวก จ	126
ภาคผนวก ฉ	131
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	234

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม	44
2 แบบแผนการทดลอง	60
3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	74
4 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	75
5 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1	109
6 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2	111
7 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3	113
8 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 4	115
9 ผลการวิเคราะห์ค่าเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบปรนัย)	117
10 ผลการวิเคราะห์ค่าเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบอัตนัย)	118
11 ผลการวิเคราะห์ค่าเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (แบบอัตนัย)	119
12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบปรนัย)	122
13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบอัตนัย)	123
14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล	124
15 ค่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	125
16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	127
17 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	129

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2 แสดงขั้นตอน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของสุวัฒน์ นิยมคำ	25
3 ขั้นตอนการทำงานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของ แม็กแครกเคน และคนอื่นๆ	26
4 แสดงลักษณะและขั้นตอนการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์	31
5 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	32
6 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	39
7 ถามว่า จะต้องเอาน้ำหนักเท่าใดมาแขวน จึงจะทำให้ลานอยู่ในลักษณะสมดุล	47
8 แสดงลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา	51

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 เป็นกฎหมายการศึกษาแห่งชาติ หรืออีกนัยหนึ่ง คือ เป็นกฎหมายแม่บทในการจัดการศึกษาของประเทศและในหมวด 4 ว่าด้วยการจัดการศึกษา ได้กล่าวถึง หลักการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ กระบวนการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหา สาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ใช้ เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา ให้ผู้เรียน จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้ อย่าง ต่อเนื่อง ผลสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างสมดุล รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยม และสื่อ การเรียน อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนและใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน จากสื่อ และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย พ่อ แม่ ผู้ปกครอง และชุมชน มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่

การจัดการศึกษาที่ผ่านมา นั้น มักเน้นที่วิธีการสอนหรือเทคนิคกระบวนการในการสอน ของครูเป็นส่วนใหญ่ การจัดการศึกษาจึงเน้นที่บทบาทครู ครูเป็นใหญ่และสำคัญที่สุดในห้องเรียน ทำให้สิ่งที่นักเรียนได้รับเพียงแค่ความรู้เท่านั้น ปัจจุบันจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาท ทั้งของ ผู้เรียนและผู้สอน เพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 จำเป็นที่ผู้สอนจะต้องปรับเปลี่ยนบทบาท และวิธีการในการถ่ายทอดความรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ จัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิดจากการจัดประสบการณ์จริงให้กับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ทุกเวลา ทุกสถานที่ แม้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเป็นการสอนที่เน้น การศึกษาค้นคว้า ทดลอง และฝึกกระบวนการกลุ่มอยู่แล้ว แต่การจัดกระบวนการสอนก็ยังคงมี การยึดครูเป็นศูนย์กลางอยู่มาก เช่น การสอนให้ท่องจำมากกว่าสอนให้ทำ สอนให้เชื่อมากกว่า สอนให้ขัดแย้ง สอนเนื้อหามากกว่าสอนกระบวนการแสวงหาความรู้ มิได้ดึงศักยภาพของผู้เรียน ออกมาใช้ แต่เป็นการปิดกั้นการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างสิ้นเชิง

(นุรักษ์ สิริมหาสาร. 2540: 20) ผู้สอนจึงมีบทบาทเป็นอย่างมาก ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะ และการคิดเพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียน การจัดกระบวนการเรียนรู้ของวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการพัฒนาคิดอย่างเป็นระบบ ขั้นตอน มีเหตุผล ดังนั้น การพัฒนาทักษะการคิดจึงมีความสำคัญในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กที่เข้าสู่การปฏิบัติการคิดค้น ด้วยรูปธรรมเป็น (Concrete Operational Stage) จุดเริ่มต้นของกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ซึ่งนำไปสู่ การคิดที่มีเหตุผลเชิงตรรกะ (Logical Thinking) ซึ่งคัทซ์ (Deutsche) ได้กล่าวว่า การคิดของเด็กจะ ค่อยเป็นค่อยไป ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน จากการคิดอย่างมีเหตุผล โดยแท้จริงแล้ว เด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลได้ ในทุกระดับ เพียงแต่ว่าเด็กที่โตกว่า มีเหตุผลที่สูงกว่า (เดียนใจ ทองสำริด. 2531: 38 – 40 ; อ้างอิงจาก Donalson. 1983: 231 – 256) ทิสนา แคมมณี (2545: 408) ได้กล่าวว่า วิธีการคิด หรือขั้นตอนในการคิดอย่างมีเหตุผล มีดังนี้ 1) สามารถแยกแยะข้อเท็จจริง และความคิดเห็นออกจากกันได้ 2) สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัยในการพิจารณา ข้อเท็จจริง 3) สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่ การคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถเรียนรู้ และรู้จักสร้างองค์ความรู้ เพื่อแก้ปัญหา และพัฒนาตนเอง และประเทศชาติ

ชุดกิจกรรมเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะชุด กิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่ง ที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเองตามความสามารถ และความสนใจ มีอิสระในการคิด ทุกคนมีโอกาใช้ความคิดอย่างเต็มที่ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งชุดกิจกรรมจะช่วยทำให้ใช้เวลาน้อยลงในการนำเสนอ ข้อมูลต่างๆ ช่วยให้ผู้เรียนเป็นอิสระ สามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะให้ ครูบอกหรือกำหนดให้ โดยครูเป็นผู้สร้างโอกาสทางการเรียนการสอนมีกิจกรรมให้กับนักเรียน เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนจะดำเนินการเรียนจากคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุดกิจกรรม เป็นไปตามลำดับขั้นด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่อยากรู้ อยากรู้อยากเห็น อยากรู้อีกในสิ่งต่างๆ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน ได้คิด ได้ ทดลองไปทีละขั้นตอน และทราบผลการกระทำของตนเอง ตรงกับแนวคิดการจัดการเรียนการ สอนของ บลูม ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามที่ตนต้องการ ย่อมกระทำ กิจกรรมนั้น ด้วยความกระตือรือร้น ทำให้เกิดความมั่นใจเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว และประสบความสำเร็จ สูง ทำให้เกิดความพึงพอใจในตนเองได้ในที่สุด (Bloom. 1976: 72 – 74) กรมวิชาการ (2535: 86) ได้ทำการศึกษาวิจัยในรูปแบบนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ระดับ มัธยมศึกษา พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดและเจตคติสูงกว่า การจัดการเรียนการสอนตามปกติ จะเห็นได้ว่า

การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมนั้น จะทำให้นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ และหาคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักวิเคราะห์ พิจารณาหาเหตุผล และแสวงหาความรู้ เพื่อเชื่อมโยงความคิดไปสู่แนวทางที่จะแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดทักษะและเสริมสร้างการคิดอย่างมีเหตุผล

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ค้นคว้าหาความรู้ สรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อช่วยส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสร้างเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน
2. ทำให้ได้สื่อการสอนประเภทชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการคิด อย่างมีเหตุผลที่มีคุณภาพสำหรับผู้สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน
3. เพื่อส่งเสริม และพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
4. เพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง อย่างมีระบบ เป็นขั้นตอน และให้หลักการคิดอย่างมีเหตุผลในกระบวนการเรียนรู้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 140 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 35 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) โดยจับฉลากจำนวน 1 ห้องเรียนจาก 4 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อหรือนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมและเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลังเรียนแล้วผู้เรียนต้องเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลได้ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมนี้ประกอบด้วย
 - 1.1 ชื่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่ระบุชื่อชุดกิจกรรม
 - 1.2 คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม
 - 1.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผล
 - 1.4 เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด
 - 1.5 สารความรู้ เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับสาระความรู้ ความรู้เพิ่มเติมที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาและทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม
 - 1.6 สถานการณ์นำคิด เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่เป็นบรรยายด้วยข้อความ รูปภาพ เกม หรือกิจกรรมการทดลอง เป็นส่วนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

- นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
- นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานในการ

ทดลอง

- นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

- นักเรียนตั้งสมมติฐานของปัญหาที่เลือก
- นักเรียนเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้ของปัญหา
- นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกสมมติฐานนั้น
- นักเรียนเขียนสมมติฐานให้มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัว

แปรตามให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือก

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง

- นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลองกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

- นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทดลองนั้น
- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้
- นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการ

ปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

- นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้และสรุปผลการทดลองลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

- นักเรียนตอบคำถามในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

1.7 อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้แต่ละกิจกรรม

1.8 คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุข้อคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม

1.9 คำเฉลยคำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำตอบคำถามท้ายกิจกรรม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในการเรียน ซึ่งวัดได้จากคะแนน ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เรื่อง ระบบนิเวศ โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วในเรื่องระบบนิเวศ

2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความตีความ และแปลความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศ

2.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

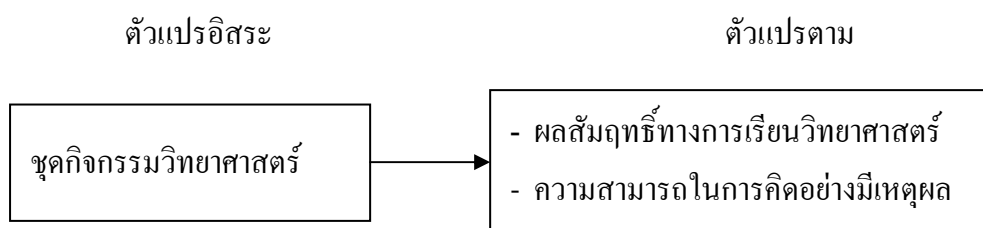
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำที่เป็นกระบวนการสมอง โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลและเลือกตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สามารถประเมินได้ โดยใช้แบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมิน จำแนกเป็น 3 ด้าน คือ

3.1 การคิดเหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning Thinking) เป็นการคิดโดยใช้เหตุผลที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น รู้จักใช้การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอนสามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันแล้ว แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีหลักเกณฑ์

3.2 การคิดตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมาน (Hypthetical-Deductive Reasoning Thinking) หมายถึง การคิดโดยใช้เหตุผลแบบคาดคะเนให้คำตอบล่วงหน้า เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย

3.3 การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogism) หมายถึง การให้เหตุผลที่ประกอบด้วยข้อความ 2 ประการ และข้อสรุปว่า ข้อความที่ให้นั้นเป็นจริงหรือสมเหตุสมผล

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแยกตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม
4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการด้านต่างๆ ของโลกยุคโลกาภิวัตน์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติ ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศเพื่อสร้างให้คนไทยเป็นคนดี มีปัญญา และมีความสุข มีศักยภาพพร้อมที่จะแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในเวทีโลก กระทรวงศึกษาธิการ จึงได้กำหนดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ขึ้น เพื่อเป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของชาติ ซึ่งจัดอย่างต่อเนื่อง 12 ปี ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สถานศึกษาต้องนำไปจัดทำสาระให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดและสอดคล้องกับสภาพปัญหาความต้องการ และความพร้อม รวมทั้งจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งมีรายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546: 1 – 10)

1.1 แนวคิด

สาระสำคัญของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ทุกส่วนของสังคม ไม่ว่านโยบายการศึกษา พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู ผู้เรียน ผู้บริหาร ชุมชน ทุกฝ่ายต้องมีความเข้าใจตรงกัน และเข้ามามีส่วนร่วม ในการปฏิรูปการศึกษา และการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยมุ่งหวังที่จะได้เห็นนักเรียนที่พึงประสงค์เป็นทั้งคนดี คนเก่ง และมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 หลักการ

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นไปตามแนวนโยบายการจัดการศึกษาของรัฐ จึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และเท่าเทียมกัน โดยสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ
4. เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

1.3 จุดหมาย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขและมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่สุจริต จึงกำหนดจุดหมาย ซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมคำสอนของศาสนาที่ตนศรัทธา เป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์
2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่เรียน ใฝ่รู้ รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า
3. มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการ มีทักษะและศักยภาพในการจัดการ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีการคิด วิธีการทำงาน ได้เหมาะสมกับสถานการณ์
4. มีทักษะกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญาและทักษะในการดำเนินชีวิต
5. มีความสามารถในการจัดการการทำงาน การสื่อสาร และแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ และมีเหตุผล เพื่อให้รู้เท่าทันกับเหตุการณ์ต่างๆ
6. รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพ และบุคลิกภาพที่ดี
7. มีประสิทธิภาพ ในการผลิตและการบริโภค มีค่านิยมเป็น ผู้ผลิตมากกว่าเป็นผู้บริโภค
8. เข้าใจในประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

9. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย
ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาลิขิตแวดล้อม

10. รักประเทศชาติและมุ่งมั่น มุ่งทำคุณประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้กับสังคม

1.4 โครงสร้าง

เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามหลักการ จุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในสถานศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องมีแนวปฏิบัติในการจัดหลักสูตรสถานศึกษาจึงได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. ระดับช่วงชั้น ได้กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียนดังนี้ ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3 ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

2. สาระการเรียนรู้ กำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะ หรือกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะ หรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่ม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ โดยจัดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ประกอบด้วยภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เป็นสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างพื้นฐานการคิด และเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤตของชาติ กลุ่มที่สองประกอบด้วย สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ เป็นสาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์ และสร้างศักยภาพในการคิด และการทำงานอย่างสร้างสรรค์ ส่วนกลุ่มภาษาต่างประเทศ กำหนดให้เรียนภาษาอังกฤษทุกช่วงชั้น ส่วนภาษาต่างประเทศอื่นๆ สามารถเลือกจัดการเรียนรู้ได้ ตามความเหมาะสม

3. มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ออกเป็น 8 กลุ่มสาระที่เป็นข้อกำหนดคุณภาพผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของแต่ละกลุ่ม เพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ซึ่งกำหนดเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละช่วงชั้น คือ ประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6

จากแนวคิด หลักการ และโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 สรุปได้ว่า หลักสูตรศึกษามุ่งพัฒนาให้คนไทยเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข บนพื้นฐานความเป็นไทย เป็นการจัดการศึกษาเพื่อปวงชน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต มีทักษะกระบวนการ โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์

2. สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1 ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544) ได้กล่าวถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การแก้ปัญหา (Investigation) โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ เพิ่มพูนตลอดเวลาความรู้ และกระบวนการดังกล่าว มีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการสนับสนุน หรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกัน ก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่าง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่า จะอยู่ส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์ จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูล เพื่อให้เกิดความคิด ในเชิงวิเคราะห์ วิจัย มีผลให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง และส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้า และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสังคมสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยี เป็นกระบวนการในงานต่างๆหรือกระบวนการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นๆ ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการและระบบการจัดการจึงต้องใช้เทคโนโลยี ในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

2.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา มีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อความหมาย และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544) วิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่า จะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษาผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกัน สู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่น และระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่น หลากหลาย
2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัด และความสนใจแตกต่างกัน ในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้
4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่า มีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา
5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจ และวิธีการเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.4 คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3)

กรมวิชาการ (2544) ผู้เรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 3 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ-กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วิวัฒนาการ และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเห และความเข้มของแสง
4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนา ผลของการพัฒนาเทคโนโลยี ต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผน และลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้
8. สื่อความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
10. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะ หาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ใน
ชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของ
ผู้คิดค้น

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ และรักษา
ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับ
ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.5 สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2544

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้ เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียน
ทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นด้านความรู้ เนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และ
กระบวนการ สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระย่อย
ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง
และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะ ทาง
พันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มี
ผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่
เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารการเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก และภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแลกซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์

สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตร และการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. เอกสารเกี่ยวกับชุดกิจกรรม

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้มาจากคำว่า Instructional Packages หรือ Learning Packages เดิมทีเคยมักใช้คำว่า ชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น นักการศึกษา จึงเปลี่ยนมาใช้คำว่าชุดการเรียนรู้ (Learning Packages) เพราะการเรียนรู้เป็นกิจกรรมของนักเรียนและการสอนเป็นกิจกรรมของครู กิจกรรมของครู และนักเรียน จะต้องเกิดควบคู่กัน (กาญจนภรณ์ เกียรติประวัติ. 2542: 60 – 61) ดังนั้น ในการวิจัยผู้วิจัยจึงใช้คำว่า “ชุดกิจกรรม” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

นาริรัตน์ พิภพสมบูรณ์ (2541: 26) ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอน หรือชุดกิจกรรมว่า คือ สื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกันจัดเข้าเป็นชุด (Package) เรียกว่า สื่อประสม (Multi-Media) เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเรียนเป็นรายบุคคลแล้ว ยังใช้ประกอบการเรียนการสอนแบบอื่น หรือใช้สำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย

หนึ่งนุช กาฬภักดี (2543: 14) ชุดการเรียนรู้ หรือชุดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนสำเร็จรูปประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิดที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุด โดยพึ่งครูน้อยที่สุด นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างอิสระตามความสามารถของ แต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักพึ่งพาตนเองในการศึกษาหาความรู้

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 10) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้ หรือชุดกิจกรรมว่าเป็นการรวบรวมสื่อการเรียนสำเร็จรูป ซึ่งส่วนมากประกอบด้วย คำชี้แจง ชื่อเรื่อง กิจกรรม จุดมุ่งหมาย และการประเมินผล สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสามารถ และความสนใจที่เป็นขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนนั้นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้บรรลุ

เป้าหมายที่ตั้งไว้

เพรชรัตตา เทพพิทักษ์ (2545: 30) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม คือ ชุดการเรียนรู้ หรือ ชุดการสอนนั่นเอง ซึ่งหมายถึง สื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างประกอบด้วย วัสดุอุปกรณ์หลายชนิด และองค์ประกอบอื่น เพื่อให้ให้นักเรียนศึกษาและประกอบปฏิบัติการด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ และมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ในการประกอบ การเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ

แคปเฟอร์ และ แคปเฟอร์ (Kapfer ; & Kapfer. 1972: 3 – 10) ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรมเป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ และเนื้อหาที่นำมาสร้างชุดกิจกรรมนั้น ได้ขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาจะต้องตรง และชัดเจนที่จะสื่อ ความสำเร็จให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน

บราวน์ และคณะ (Brown ; & others. 1973: 338) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดกิจกรรม คือ ชุดของสื่อแบบประสมที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยเหลือครูให้สามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใน กล้อง หรือชุดกิจกรรมมักจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลายๆ อย่างเช่น ภาพโปสเตอร์ ฟิล์มสตริป รูปภาพ โปสเตอร์ สไลด์ และแผนภูมิ บางชุดอาจประกอบด้วยเอกสารเพียงอย่างเดียว บางชุด อาจจะเป็นโปรแกรมที่มีบัตรคำสั่งให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

กู๊ด (Good. 1973: 306) ได้อธิบายถึงชุดกิจกรรมว่า ชุดกิจกรรม คือ โปรแกรม ทางการสอนทุกอย่างที่จัดไว้ โดยเฉพาะ มีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครู เนื้อหา แบบทดสอบ ข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้อย่าง ชัดเจน ชุดกิจกรรมนี้ครูเป็นผู้จัดให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ศึกษาและฝึกฝนตนเอง โดยครูเป็นผู้แนะนำ เท่านั้น

จากการศึกษาความหมายข้างต้นดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม คือ สื่อการเรียนรู้ ที่ครูเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน โดยประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์หลายๆ อย่างที่ช่วย ในการเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างอิสระและตามความสนใจ โดยมีครูเป็น ผู้ให้คำแนะนำในการเรียนรู้เท่านั้น

3.2 หลักจิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรม

วิชย ดิสระ (2533: 249 – 250) ได้กล่าวถึง การสอนที่มีคุณภาพตามแนวคิดของบลูม ว่า ประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการ คือ

1. การให้แนวทาง คือ การอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าเมื่อเรียนเรื่อง นั้นๆ แล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง
2. การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม

ในกิจกรรมการเรียนรู้

3. การเสริมแรง ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของ การกล่าวชื่นชม หรือการเสริมแรงภายในตัวนักเรียนเอง เช่น ความอยากรู้อยากเห็น

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง จะต้องมีการแจ้งผลการเรียน และข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 119) แนวความคิดซึ่งมาจากจิตวิทยาการเรียนรู้ที่นำมาสู่การผลิตชุดการเรียนรู้มี ดังนี้

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เพื่อยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ด้วยการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
3. มีสื่อการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่ช่วยในการเรียนของนักเรียนและช่วยในการสอนของครู
4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนจากครูเป็นผู้มีอิทธิพลไปเป็นยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

3.3 ประเภทของชุดกิจกรรม

ในการที่ผู้สร้างจะตัดสินใจว่า จะสร้างชุดกิจกรรมในรูปแบบใดนั้น จะต้องศึกษารูปแบบ และประเภทของชุดกิจกรรมว่ามีอยู่ที่ประเภท ในแต่ละประเภทมีจุดมุ่งหมาย ในการใช้แตกต่างกันตามแต่ละประเภทของชุดกิจกรรมนั้น มีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2524: 250 – 251) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดสำหรับจัดให้ครู โดยเฉพาะ มีคู่มือ และเครื่องมือสำหรับครู ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้สอนให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมที่คาดหวัง ครูเป็นผู้ดำเนินการควบคุมดูแลกิจกรรมทั้งหมด นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยมีครูเป็นผู้ดูแล
2. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดกิจกรรมสำหรับจัดให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงจัดอุปกรณ์และมอบชุดกิจกรรมให้แล้วคอยรับรายงานเป็นระยะๆ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาและประเมินผลชุดกิจกรรมนี้ จะฝึกการเรียนรู้ด้วยตนเองเมื่อนักเรียนจบการศึกษาจากโรงเรียนไปแล้วก็สามารถเรียนรู้ หรือศึกษาสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง
3. ชุดกิจกรรมที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน ชุดนี้มีลักษณะผสมผสานระหว่างชุดแบบที่ 1 และชุดแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยดูแล และกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้แสดงนำให้นักเรียนดู และกิจกรรมบางอย่างนักเรียนต้องทำด้วยตนเอง ชุดกิจกรรมแบบนี้เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งจะเริ่มฝึกให้รู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูดูแลเป็นพิเศษ

ศศิเกษม ทองขงค์ และ ลีลา สีนานุเคราะห์ (2524: 65 – 66) ได้กล่าวถึงประเภทของ ชุดกิจกรรม แบ่งตามลักษณะของการใช้ ได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสำหรับประกอบการบรรยาย หรือ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ชุดกิจกรรมสำหรับครูใช้ คือ เป็นชุดกิจกรรมสำหรับกำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ประกอบการบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดน้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดกิจกรรมการสอนนี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียว และใช้กับนักเรียนทั้งชั้น
2. ชุดกิจกรรมสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม ชุดกิจกรรมนี้ มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันและอาจจัดการเรียนการสอนในรูปศูนย์การเรียนรู้ ชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อยที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์การเรียนรู้ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์ มีสื่อการเรียนรู้หรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น การเรียนอาจจัดอยู่ในรูปของรายบุคคล หรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้ที่เรียนจากชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่ม อาจจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้เอง ในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนรู้แต่ละศูนย์แล้ว ผู้เรียนอาจสนใจการเรียนรู้เสริมเพื่อเจาะลึกถึงสิ่งที่อยากเรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่จะต้องรอคอยผู้อื่น
3. ชุดกิจกรรมสำหรับรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นของความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาจบแล้ว จะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดกิจกรรมอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันได้ในระหว่างผู้เรียน และผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงาน หรือผู้ชี้แนะแนวทาง ในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมนี้จัดขึ้น เพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปได้จนถึงขีดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น อันเป็นความถูกต้องและยุติธรรม ในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ ชุดกิจกรรมแบบนี้ บางครั้งเรียกว่า “บทเรียนโมดูล”

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมในแต่ละประเภทนั้น จะเป็นตัวกำหนดบทบาทของครู และนักเรียนแตกต่างกันออกไป การจะเลือกผลิตชุดกิจกรรมชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครู หรือผู้ผลิตเอง ดังนั้นในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจะยึดบทบาท ให้นักเรียนเป็นผู้ทำ การศึกษาเนื้อหา และปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ในรูปแบบของชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่ม ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือคอยให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนพบปัญหาหรือข้อสงสัย ที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

เนลสัน และ เลอเบียร์ (Nelson ; & Lorbeer. 1975: 247) ได้สร้างชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครู ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำ กิจกรรมนี้ไปใช้ในห้องเรียน หรือใช้เป็นหนังสืออ้างอิงเพิ่มเติม ใช้ฝึกฝนทักษะการทำโครงการ ในการสร้างชุดการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วยปัญหา เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมคำถาม การที่มี ปัญหา และคำถามจะช่วยให้ครูเลือกกิจกรรมต่างๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสอบถามความคิดเห็น ของเด็กๆ ได้ คำถามทางด้านความคิดสร้างสรรค์จะรวบรวมไว้ท้ายกิจกรรมแต่ละกิจกรรม คำถาม เหล่านี้ จะชักจูงเด็กแนะนำเด็กและครู เพื่อให้คิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ให้มีการทดลองกว้างขวาง ออกไป ถ้านักเรียนสนใจจะศึกษาต่อไปอีก ทุกกิจกรรมที่สร้างขึ้นอยู่กับระดับชั้น กลุ่ม และความ สนใจของเด็ก

ลักษณะของชุดการเรียนรู้กิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหา ซึ่งเป็นชื่อเรื่องของกิจกรรม
2. วัสดุ อุปกรณ์
3. วิธีดำเนินการทดลอง
4. รายละเอียดเพิ่มเติมประกอบด้วยการอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และ

คำแนะนำต่างๆ ในการศึกษาต่อไป

5. คำถามท้ายกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็กทำให้เกิด การซักถาม และคิดหาวิธีการ เพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2537: 43) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบด้วย ดังนี้

1. ชื่อชุด หมายถึง ลำดับที่ของชุดและหัวเรื่อง
2. เวลา หมายถึง กำหนดเวลาเรียนเป็น 50 หรือ 100 นาที ตามหลักสูตร

กระทรวงศึกษาธิการ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร
4. ข้อชวนคิด หมายถึง การกำหนดคคิพจน์ให้คิดนำไปสู่การสร้างจิตสำนึกการ

พึ่งพาตนเอง

5. กิจกรรม หมายถึง การกำหนดงานปฏิบัติ การอ่านค้นคว้าจากเอกสาร หนังสือเรียน การทดลองโดยมีวัสดุอุปกรณ์ให้

6. การตรวจสอบบทสรุป หมายถึง การตรวจสอบข้อความที่สรุปไว้ให้ว่า ถูกต้องกับความเข้าใจมากน้อยเพียงไร

7. การทำกิจกรรมสะสมคะแนน หมายถึง การให้นักเรียนเลือกทำกิจกรรมตามลำดับความสนใจ

8. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม หมายถึง การกำหนดคำถามตามจุดประสงค์ให้นักเรียนตอบ

9. การตรวจคำตอบ หมายถึง การให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง โดยดูจากแบบเฉลยคำตอบที่ให้ไว้

10. แบบประเมินผลตนเอง หมายถึง แบบฟอร์มให้นักเรียนกรอกคะแนนที่ได้จากการประเมินผลด้วยตนเอง

กรณีกา ไพทั้นท์ (2541: 83 – 84) ได้จัดทำชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยมีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรมเป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาที่เรียน
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดกิจกรรม เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำให้บรรลุผลเมื่อจบกิจกรรม

4. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาในการเรียนชุดกิจกรรม
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการกับชุดกิจกรรมนั้นๆ
6. เนื้อหา เป็นรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนทราบ
7. กิจกรรม เป็นส่วนที่นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

จากการที่มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของชุดกิจกรรม ผู้วิจัยสรุป ได้ดังนี้ องค์ประกอบของชุดกิจกรรมที่สำคัญ ได้แก่ ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง วัตถุประสงค์ของกิจกรรม เนื้อหา สื่อ เวลา และการประเมินผล

3.5 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม

บัททส์ (Butts. 1974: 85) เสนอหลักการสร้างไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างจะต้องกำหนดโครงร่างคร่าวๆ ก่อนว่า จะเขียนเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อะไร

2. ศึกษางานด้วยวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน
4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. กำหนดการประเมินผลว่าจะประเมินผลก่อนหรือหลังเรียน

เดอวิต และ ครอกโกเวอร์ (Dervito; & Krockover. 1976: 388) ได้จัดทำชุดการเรียนรู้ กิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า “Creative Science Ideas Activities for Teacher and Children” กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดเพื่อให้เกิดกิจกรรมอื่นๆ ตามมาอีก ชุดกิจกรรมนี้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ช่วยให้ครูมีทักษะและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จ

3.6 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

อุษา คำประกอบ (2530: 33) ได้กล่าวถึง คุณค่าของชุดการเรียนรู้ หรือชุดกิจกรรม ตามแนวคิดของ แฮริส เบอร์เกอร์ ไว้ 5 ประการ คือ

1. นักเรียนสามารถทดสอบตัวเองก่อนว่ามีความสามารถอยู่ในระดับใด หลังจากนั้นก็เริ่มต้นเรียนในสิ่งที่ตนเองไม่ทราบ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลากลับมาเรียนในสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้แล้ว
2. นักเรียนสามารถนำบทเรียนไปเรียนที่ไหนก็ได้ตามความพอใจไม่จำกัดในเรื่องของเวลา สถานที่
3. เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทดสอบตัวเองได้ทันที เวลาไหนก็ได้ และได้ทราบการเรียนรู้ของตนเองทันที
4. นักเรียนมีโอกาสได้พบปะกับผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ครูก็มีเวลาให้คำแนะนำกับผู้มีปัญหาในขณะที่ใช้ชุดการเรียนรู้ที่เรียนด้วยตนเอง
5. นักเรียนจะได้รับคะแนนอะไรนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเอง ไม่มีคำว่าสอบตกสำหรับผู้เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องเดิมๆ ใหม่ จนผลการเรียนได้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2535: 39) ได้กล่าวถึง ข้อดีของชุดการเรียนรู้หรือชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเองตามอัธยาศัย ความสามารถของแต่ละบุคคล
2. ช่วยแก้ปัญหาขาดแคลนครู
3. ใช้สอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนที่ยังเรียนไม่ทัน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก
6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลไม่จำเป็นต้องเรียนพร้อมกัน
7. นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
8. นักเรียนไม่ต้องคอยฟังการสอนของครู

9. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
10. ช่วยประหยัดรายจ่ายอุปกรณ์ที่มีนักเรียนจำนวนมาก
11. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อไรก็ได้ ไม่ต้องฟังผู้สอน
12. การเรียนไม่จำกัดเวลา สถานที่
13. ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

จากประโยชน์ของชุดกิจกรรมดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปประโยชน์ของชุดกิจกรรมได้ ดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความสนใจและความต้องการ
2. ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้า เรียนรู้และสรุปองค์ความรู้ ค้นพบความรู้ด้วย

ตนเอง

3. สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ทุกเวลา ทุกสถานที่ ไม่จำกัดในห้องเรียนหรือในชั่วโมงเรียนนั้นๆ

4. สามารถทบทวนและศึกษาเรื่องที่ไม่เข้าใจหรือเรื่องที่น่าสนใจได้อยู่เสมอ
5. ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดด้านต่างๆอย่างเต็มศักยภาพ
6. สามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที
7. ลดบทบาทหน้าที่ในการสอนของครู โดยให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้แทน ครูเป็นผู้แนะนำในการเรียนรู้เท่านั้น
8. เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน
9. ลดความกดดันให้กับผู้เรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อน
10. ช่วยพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพ

3.7 ชุดกิจกรรมตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นวิธีสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์แบบมีลำดับขั้นตอน ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Scientists Follow a Specific step – by – step Procedure วิธีการนี้เชื่อว่า การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ทุกคนคล้ายกัน คือ เมื่อพบปัญหาแล้วจะใช้วิธีการแก้ปัญหาในทางเดียวกัน จะมีการเริ่มต้นที่จุดๆ หนึ่ง แล้วทำต่อเนื่องกันไปตามลำดับขั้นตอน จนถึงจุดสุดท้ายก็จะครบวงจรของการแก้ปัญหา ถ้าอยากรจะตรวจสอบใหม่จุดใดก็สามารถจะตรวจสอบได้ตามวงจรนั้น

วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นมา ดังนี้ (สมรวดี พักผลงาม; และคนอื่นๆ. 2529: 15 – 19) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการดำเนินการไปตามวิถีทางที่นักวิทยาศาสตร์กระทำนั้น ได้เริ่มปฏิบัติกันก่อนในประเทศอังกฤษ และในทวีปยุโรป เมื่อศตวรรษที่ 19 นี้เอง ในตอนต้นๆของศตวรรษที่ 19 นี้ นักวิทยาศาสตร์ยังไม่เรียกตนเองว่า นักวิทยาศาสตร์ แต่เรียกตนเองว่า นักปรัชญา (Philosophers) ซึ่งเป็นคำที่ใช้กันในหมู่นักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน ครั้นโบราณ เช่น

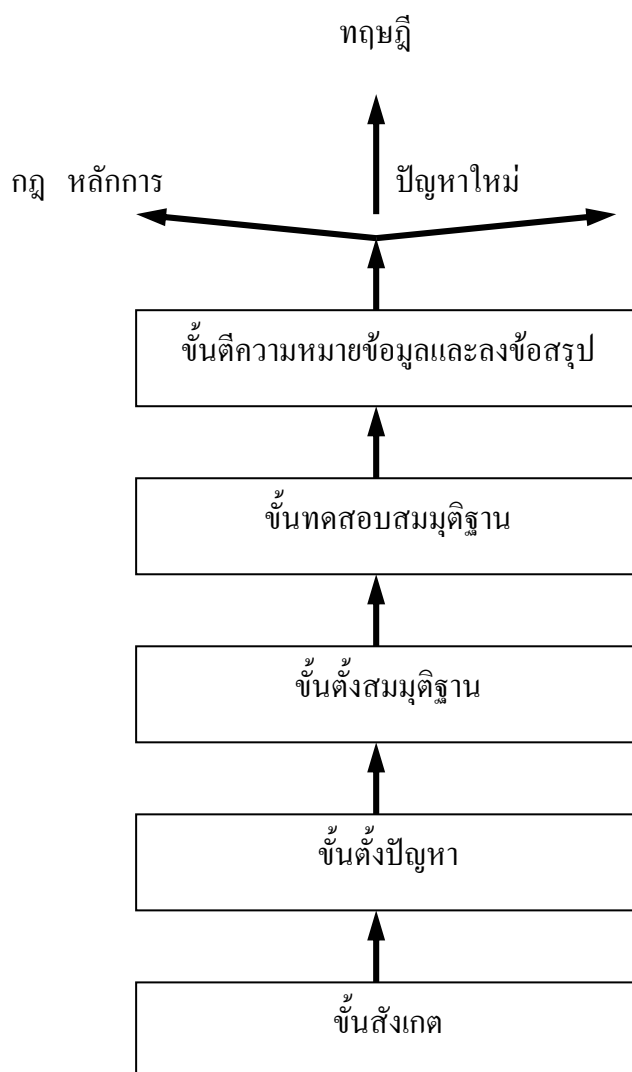
อริสโตเติล (Aristotle. 384 B.C.) ฮิปโปเครติส (Hippocrates. 490 B.C.) แม้ในยุคต้นศตวรรษที่ 19 นี้เอง วิทยาศาสตร์ต่างๆ ก็ยังเรียกกันว่า วิทยาศาสตร์ปรัชญา (Philosophical Science) ต่อมา ค.ศ. 1840 วิลเลียม วีเวล (William Whewell) เสนอให้เรียกนักปรัชญาที่ดำเนินทางวิธีการศึกษา วิทยาการ โดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) โดยใช้คำว่า “Scientist” ขึ้นในประเทศ อังกฤษ ส่วนวิธีการของนักวิทยาศาสตร์ที่ วิลเลียม วีเวล เสนอวิธีการที่จะดำเนินงานในวิทยาศาสตร์ นั้น ดำเนินการเป็นขั้นๆ ไปอย่างมีระเบียบดังนี้

จากการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นระบบมีระเบียบแบบแผนเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ วิทยาการทาง วิทยาศาสตร์จึงเป็นยุทธวิธีในการแสวงหาความรู้อย่างครบวงจร วิธีดังกล่าวนี้เป็นองค์ประกอบ สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จ และเจริญก้าวหน้าได้ อย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบัน บุคคลต่างๆ ในสาขาวิชาอื่นก็ได้มองเห็นความสำคัญและประโยชน์จาก วิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้กับกระบวนการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมความรู้ทุก สาขาวิชา วิธีการทางวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรเป็นวิธีการเฉพาะของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ควรจะเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ทั่วไปที่เรียกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์”

ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากตำราหลายเล่มพบว่า มีการกำหนดขั้นตอน ไม่เท่ากัน และเรียงลำดับไม่เหมือนกัน อาจจะเป็น 3 ขั้นตอน หรือ 4 ขั้นตอน และบางตำรามีถึง 6 ขั้นตอน อย่างไรก็ตาม ยังอยู่ในขอบข่ายแนวเดียวกัน ดังนี้

สุวพัฒน์ นิยมคำ (2531: 158 – 160) ได้สรุปวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังภาพประกอบ

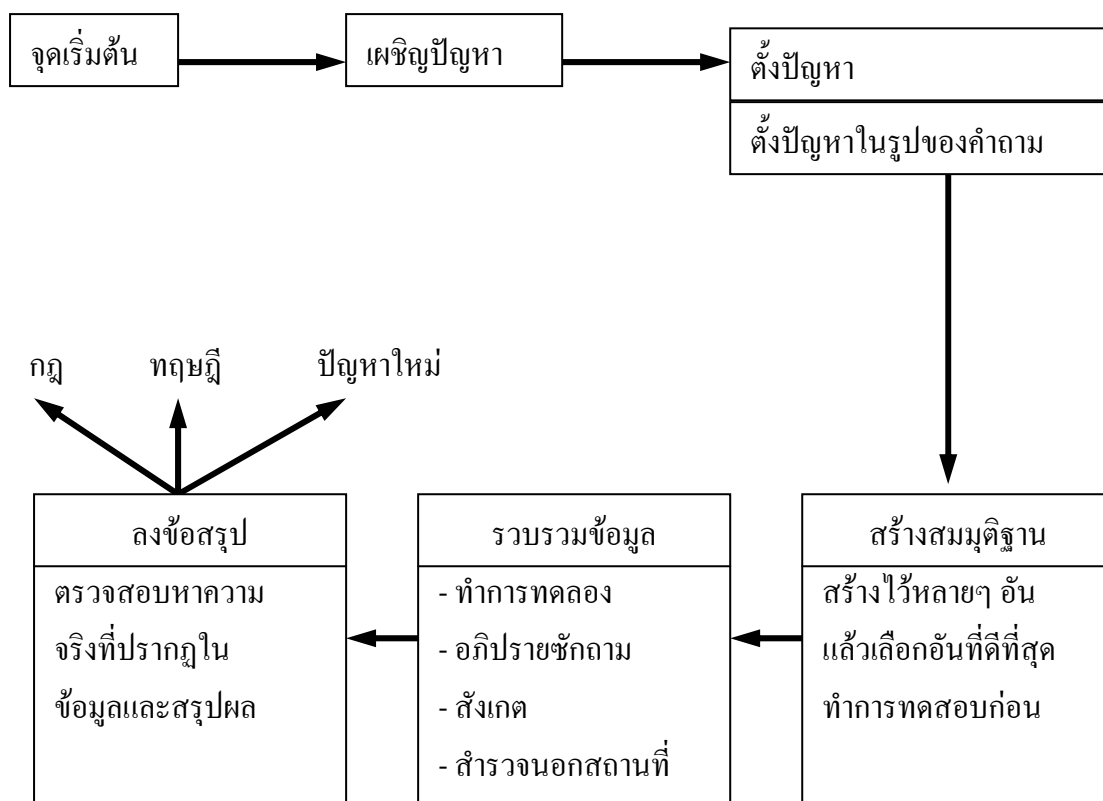


ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของสัว์ฒน์ นิยมคำ

แม็กแครกเคน และคนอื่นๆ (Maccracken; & others. 1967: 5) เป็นนักวิทยาศาสตร์ประจำฝ่ายการศึกษาแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ได้สรุประเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นสร้างสมมุติฐาน
3. ขั้นรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นลงข้อสรุป

การทำงานในขั้นต่างๆ เป็นไปตามแผนภาพประกอบ ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการทำงานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของ แม็กแครกเคน และคนอื่นๆ

รายละเอียดของการทำงานแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

จุดเริ่มต้นของปัญหา คือ การเผชิญปัญหา (A problem) แต่แม็กแครกเคนไม่นับเป็นขั้นที่ 1 เพียงแต่เขียนไว้ในแผนภูมิ งานขั้นนี้ไม่ใช่การตั้งปัญหา เป็นแต่เพียงนักวิทยาศาสตร์ได้ประสบการณ์ ได้สังเกตปรากฏการณ์ แล้วเกิดปัญหาขึ้น บางคนเรียกขั้นนี้ว่า ขั้นการสังเกต (Observation) เพราะการสังเกตเป็นจุดเริ่มต้นของวิทยาศาสตร์ซึ่งปรากฏการณ์เป็นตัวนำไปสู่ปัญหา นักวิทยาศาสตร์ จะไม่มองข้ามในส่วนนี้เพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นคนชอบสงสัย อยากรู้ อยากเห็น มีความตั้งใจที่จะหาคำตอบมีความอดทนที่จะยอมเสียสละเวลารอคอยดูผล

งานขั้นที่ 1 ขึ้นตั้งปัญหา (Recognize & State Problem) งานขั้นนี้เป็นการระบุปัญหา และกำหนดขอบเขตของปัญหา ปัญหาที่ตั้งไว้คือการตั้งภายหลังที่เราได้พบปรากฏการณ์แล้ว การตั้งปัญหาจะต้องระบุลงไปให้ชัดเจน ไม่กำกวม โดยทั่วไปนิยมตั้งปัญหาในรูปของคำถาม

เพราะปัญหาที่คือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ อาจจะเป็นคำถามเพื่อหาสาเหตุ หรือ ความสำคัญระหว่างส่วนที่เป็นเหตุ กับส่วนที่เป็นผล เช่น อะไรที่ทำให้เกิดฝน ฝนเกิดขึ้นได้อย่างไร หรืออาจจะเป็นคำถามหาข้ออธิบายเชิงทฤษฎี เช่น ทำไมฝนจึงตก เมื่อตั้งคำถามแล้วควรจะได้กำหนดขอบเขตของปัญหาด้วยว่า ได้กำหนดวงแคไหน อะไรที่อยู่ภายในแวดวงที่ศึกษา อะไรที่อยู่นอกขอบเขต อะไรเป็นข้อจำกัดต้องระบุชัดเจน

งานขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน (Make a Hypothesis) เมื่อได้ปัญหาแล้วงานขั้นต่อไป คือ การหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ของปัญหา หรือคำตอบที่คาดหวังควรจะเป็นอย่างไร การคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ เรียกว่า สมมุติฐาน สำหรับปัญหาหนึ่งๆ อาจจะสร้างสมมุติฐานได้หลายอัน แต่จะมีที่ถูกต้องเพียงอันเดียว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ก็ไม่รู้ว่า ตัวไหนถูกต้อง หรืออันไหนผิด การทดสอบด้วยการทดลอง หรือด้วยการสำรวจเท่านั้น จะเป็นเครื่องตัดสินได้ ดังนั้น ถ้ามีสมมุติฐานหลายอันควรจะเรียงลำดับสมมุติฐานที่คาดว่า จะมีโอกาสถูกมากไว้อันดับต้นๆ แล้วทำการทดสอบสมมุติฐานอันแรกเสียก่อน ถ้าผลการทดสอบไม่สนับสนุนก็จะได้เลือกสมมุติฐานอันต่อไป ควรจะเป็นอย่างนี้เรื่อยไปจนบางทีกินเวลาหลายปีก็ยังหาข้อสรุปไม่ได้

ดังนั้น การสร้างสมมุติฐาน จึงต้องสร้างด้วยความรอบคอบ สมมุติฐานสร้างมาจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาศัยประสบการณ์เดิม และความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ และใช้วิธีอุปมาสร้างเป็นสมมุติฐานขึ้น

งานขั้นที่ 3 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Gather Evidence) การที่จะทดสอบว่าสมมุติฐานที่สร้างมาจากข้อมูลถูกหรือผิดต้องมีหลักฐานยืนยัน ฉะนั้นการรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องจึงขาดไม่ได้หลักฐานที่ว่านี้อาจจะได้จากการสังเกตข้อเท็จจริง ปลีกย่อยจากการทดลอง ฉะนั้นจะต้องมีการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานหรืออาจจะได้มาจากการสำรวจข้อเท็จจริงจากแหล่งภายนอก การซักถามจากผู้ทรงภูมิปัญญา การสังเกตการณ์จากปรากฏการณ์ จากการอ่านเอกสารเมื่อได้เอกสารเพียงพอแล้วก็นำหลักฐานนี้ไปแปลผลและสรุปในขั้นต่อไป

งานขั้นที่ 4 ขั้นลงสรุป (Reach a Conclusion) เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็นำข้อมูลมาตีความหมายมาพิจารณาหาความจริงที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะลงสรุปต่อไป การสรุปนี้คือการยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐาน (ถ้ามี) ถ้ายอมรับก็จะนำไปสู่การสร้างเป็นกฎหรือทฤษฎีต่อไป บางครั้งอาจจะได้ปัญหาใหม่ที่จะศึกษาหาความรู้ต่อไป

กัสแน และ สโตน (Kuslane; & Stone. 1969: 15) ได้สรุปวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาและตั้งปัญหา
2. ตั้งสมมุติฐาน

3. หาหลักฐานมาทดสอบสมมุติฐาน
4. ประเมินค่าความถูกต้องของสมมุติฐาน
5. ปรับและเพิ่มเติมสมมุติฐานถ้าจำเป็น
6. นำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายกัน

ซันด์ และ โทรว์บริดจ์ (Sund; & Trobridge. 1973: 9) นักวิทยาศาสตร์ศึกษาชาวอเมริกัน ได้กล่าวถึงระเบียบ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ตั้งปัญหา
2. สร้างสมมุติฐาน
3. ทดลอง
4. สังเกต
5. รวบรวมข้อมูล
6. การลงสรุปข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533: 17) ได้สรุปวิธีการวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมุติฐาน
3. ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล
4. ทดลอง
5. สรุปผล

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการที่นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งกระบวนการต่างๆ ที่นำมาใช้อาจแตกต่างกันบ้างก็จะกำหนดไว้ที่ขั้นตอนก็ตาม แต่ก็มีลักษณะร่วมกันที่ทำให้สามารถดำเนินไปตามขั้นตอนโดยมีหลักใหญ่ที่คล้ายคลึงกันทั้งสิ้น ดังเช่น เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจในเรื่องใด หรือมีปัญหาใดที่จะต้องศึกษาค้นคว้าก็จะทำการศึกษาปัญหานั้น เพื่อทำความเข้าใจปัญหาให้แจ่มชัด อาจจะต้องสังเกตอย่างละเอียดเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริงให้มากๆ แล้ว จึงตั้งสมมุติฐานเพื่อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหานั้นๆ ดำเนินการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าสมมุติฐานใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในการทดลอง ก็จะต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบ เพื่อให้ได้ผลที่เที่ยงตรง กำจัดตัวแปรที่จะก่อให้เกิดความลำเอียงข้อผิดพลาดออกไป อาจจะต้องมีการควบคุมการทดลองควบคุมกันไปด้วย

สมมติฐานใดที่เป็นที่ยอมรับโดยมีการทดลองที่สอดคล้องกันก็จะสรุปเป็นความรู้ สะสมไว้ถ้าความรู้ี้สามารถนำไปใช้ทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อีกก็จะเรียกความรู้ นั้นว่า ทฤษฎี กฎ หรือหลักการ เป็นต้น

คุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะช่วยให้วิชาวิทยาศาสตร์มีความ เจริญก้าวหน้าแล้วยังเป็นที่ยอมรับและนำไปใช้กับวิชาต่างๆ เช่น เศรษฐศาสตร์ สังคมศาสตร์ และรัฐศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี เพราะเป็นวิธีการที่มีเหตุผล รู้จักการใช้สติปัญญาแก้ปัญหา และ นำมาซึ่งวิชาความรู้ที่มีรากฐานที่ดี และยังเป็นการส่งเสริมให้รู้จักคิดค้นการวิจัย รวมทั้งการคิด สร้างสรรค์ (Creative Thinking) ได้เป็นอย่างดี (มังกร ทองสุคติ. 2523: 15)

ฉะนั้นการศึกษาไม่ว่าสาขาใดก็ตามจึงนิยมวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มาใช้ เพราะเชื่อว่าเป็นวิธีการที่จะช่วยให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด สำหรับการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนได้แก้ปัญหาเป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น แก้ปัญหา เป็น ซึ่งเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหานั้นเอง บางครั้งเรียกวิธีการสอนแบบนี้ ว่า “วิธีสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์” ดังเช่น

คิวอี้ (John Dewey) เป็นผู้คิดวิธีสอนแบบแก้ปัญหาขึ้น เป็นวิธีการสอนที่เป็นไป ตามหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น โดยนักเรียนจะนำ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา การสอนแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหาโดยครูเลือกปัญหาจากบทเรียนที่จะสอนว่า จะตั้งปัญหา อะไร หรือให้นักเรียนเป็นผู้ตั้งข้อสงสัยขึ้นมาก็ได้ การทำให้ผู้เรียนเกิดปัญหา ทำได้หลายวิธี คือ

1. การถามนำเข้าสู่ปัญหา
2. การเล่าประสบการณ์ของครูหรือนักเรียน
3. การใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ มาตั้งปัญหา
4. การจัดสถานการณ์ในห้องเรียน กระตุ้นให้เกิดปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน และวางแผนในการแก้ปัญหา สมมติฐาน คือ การคาดคะเนความน่าจะเป็น จากปัญหาที่ตั้งไว้ในขั้นนี้ ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ปัญหา คือ การแยกแยะปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ เพื่อ จะได้ทดลอง พิสูจน์สมมติฐานเหล่านั้นว่า ถูกต้องเป็นจริงหรือไม่

2. ให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนะ และเลือกกิจกรรมในการศึกษาให้ เข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาแต่ละอย่าง เช่น อาจจะมีการค้นคว้าจากห้องสมุด การทดลอง การศึกษา นอกสถานที่ การดูวิดีโอทัศน์และภาพยนตร์ เป็นต้น

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับผิดชอบในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ

ขั้นที่ 3 การเก็บข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติงานทำการทดลองหาความรู้ เพื่อแก้ปัญหากิจกรรมต่างๆ โดยครูคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการศึกษาค้นคว้า และทดลอง

ขั้นที่ 5 การสรุปผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลว่า จะใช้วิธีการใดแก้ปัญหาได้ดีที่สุด เพราะเหตุใด เป็นผลจากการค้นคว้าทดลองของผู้เรียน ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้นั้นได้ และสามารถสรุปตั้งเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการได้ (สุเทพ อุดาหะ. 2526: 68 – 69)

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2526: 99 – 101) ได้กล่าวถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิธีการที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ กล่าวคือ เมื่อคนเรามีความสนใจ หรือต้องการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็จะหาทางค้นคว้า เพื่อหาคำตอบของปัญหานั้นๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกันมาก คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และกำหนดขั้นตอนการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของปัญหา การที่จะได้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้เกิดขึ้นจากครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมเรื่องที่จะเรียนในรูปแบบของปัญหา ได้รับความสนใจของผู้เรียนให้เกิดจุดร่วมของปัญหาต่างๆ ร่วมกันในเรื่องที่จะเรียน กิจกรรมที่จะกระตุ้นนักเรียนให้เกิดปัญหา อาจได้แก่

1. การให้สังเกตของจริง ภาพประกอบที่ครู หรือนักเรียนช่วยกันเตรียมมา แล้วอภิปรายร่วมกันจนเกิดปัญหา
2. อาศัยการทดลอง และการสาธิตเป็นขั้นต้นเพื่อนำไปสู่การเกิดปัญหา
3. เล่าเรื่องตำนาน หรือนิทานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. ให้ดูภาพยนตร์ สไลด์ และฟิล์มสตริป
5. ทายปัญหา
6. ใช้ข่าวและเหตุการณ์ประจำวัน หรือเหตุการณ์ธรรมชาติ
7. สร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น เกม บทบาทสมมุติ

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมุติฐานการแก้ปัญหา เกิดจากการที่ได้สังเกตข้อเท็จจริงต่างๆ จนสามารถคาดคะเน หรือเดาสีต่างๆ อย่างมีเหตุผล การตั้งสมมุติฐาน จะเป็นไปในลักษณะการวางแผนกิจกรรมร่วมกัน เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่างๆว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบซึ่งต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน

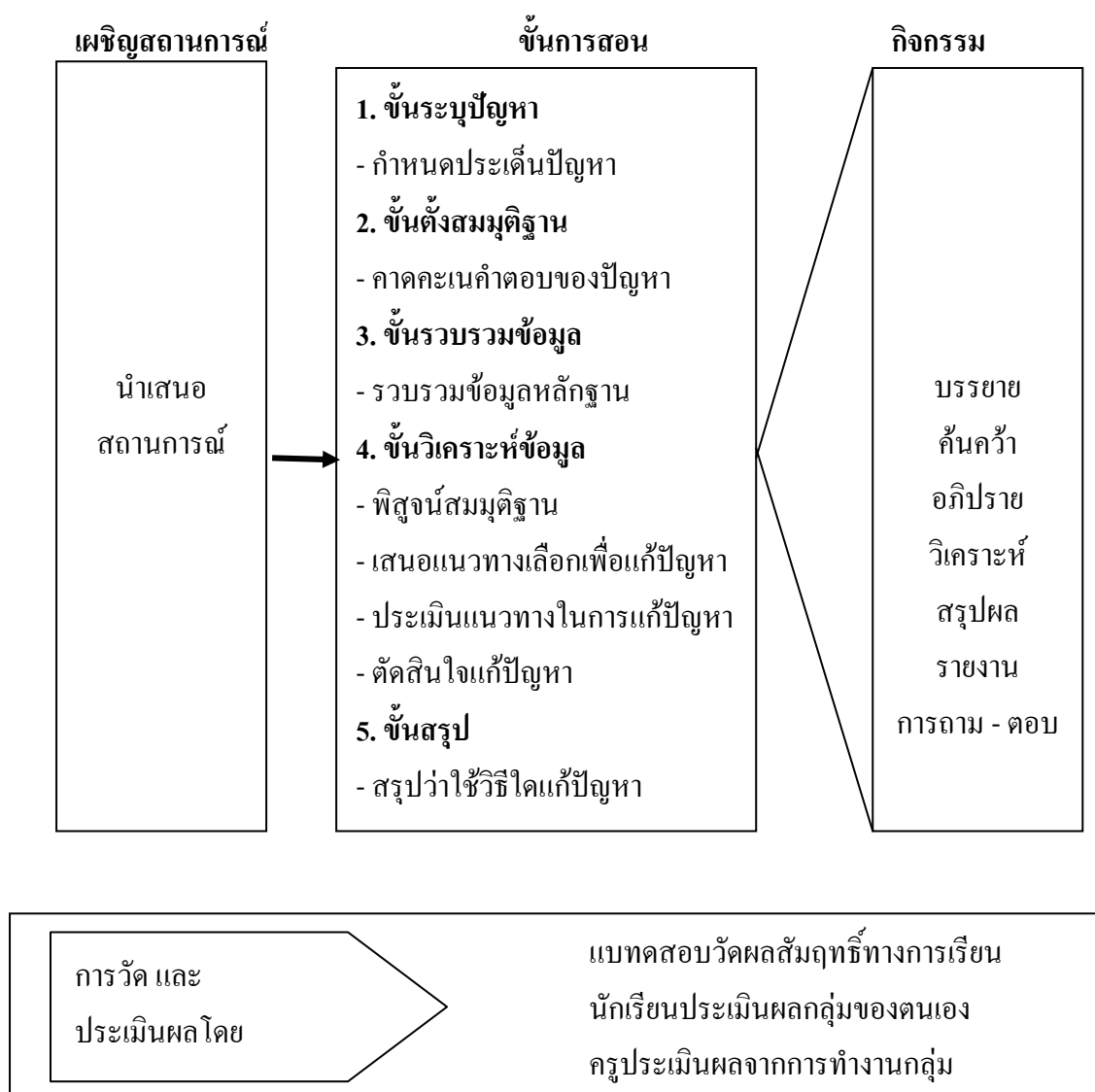
ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูล เมื่อได้วางแผนกิจกรรมต่างๆ เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาแล้วก็ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านค้นคว้า หรือจากการทดลอง แล้วจดบันทึกรายละเอียดของข้อมูลเหล่านั้นเอาไว้ ครูจะมีบทบาทเป็นที่ปรึกษา คอยแนะแนวทางในการ

เก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล สมาชิกในกลุ่มนำข้อมูลเสนอภายในกลุ่ม เพื่อที่จะได้อภิปรายเพิ่มเติม มีการซักถาม หรือ แสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้ ครูจะต้องเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง ช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาด และเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 สรุปผล เป็นขั้นที่สรุปผลที่ได้จากข้อมูล เพื่อเป็นความรู้ใหม่ต่อไป ลักษณะและขั้นตอนจากที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นแผนภูมิได้ ดังนี้

วิธีสอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 3 แสดงลักษณะและขั้นตอนการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมและวิธีการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อดี มุ่งส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีลำดับขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลอง และขั้นสรุปผลการทดลอง เพื่อให้ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมใหม่ในการเรียนรู้ของผู้เรียนและครูสอน เพื่อมุ่งส่งเสริมศักยภาพในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

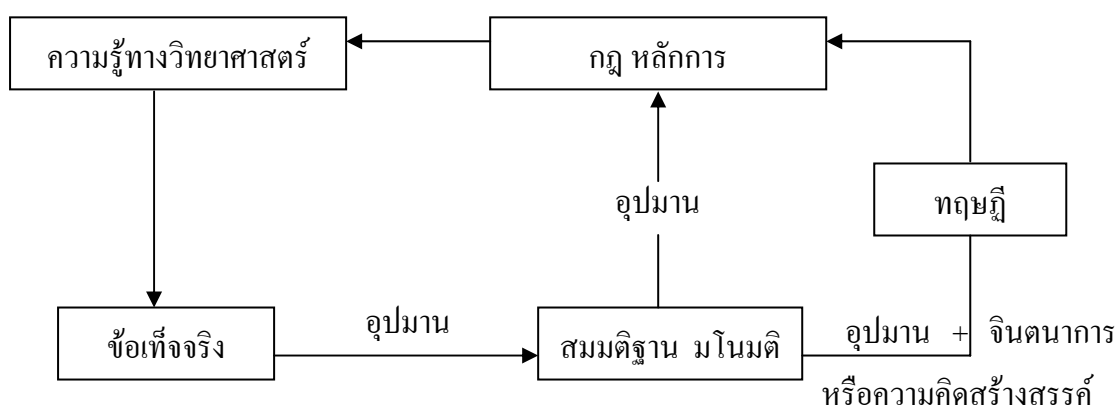
4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ (มุสดี ตามไท, 2531: 55 – 57)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อิทธิพลของ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2535: 94 – 101) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.1 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด และกระทำอย่างมีระบบที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ นั้น อาจแตกต่างกันบ้างแต่ก็มีลักษณะร่วมกันทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอน ได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. การรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตหรือการทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกตหรือการทดลอง

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ เพื่อการศึกษาค้นคว้าให้ได้ผลดีนั้น ขึ้นอยู่กับการคิด การกระทำที่เป็นอุปนิสัยของผู้คนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแสวงหาความรู้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) ประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความเพียรพยายาม
3. ความมีเหตุผล
4. ความซื่อสัตย์
5. ความมีระเบียบ รอบคอบ
6. ความมีใจกว้าง

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกัน เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science : A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่า โครงการ ซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน(Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นพื้นฐานผสมผสาน (Intergraded Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2540: 14 – 29) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปข้อมูล

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยไม่สื่อความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเกี่ยวกับ ลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.1 ชี้นำและบรรยายคุณสมบัติของวัตถุได้โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
- 1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ
- 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement)

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 2.3 บอกวิธีการวัดและวิธีการใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง
- 2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยที่เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นให้ได้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

(Space/Space Relationship and Space – time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างของวัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสกับสเปสของวัตถุ มี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 4.4 ความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติ เช่น ระบรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา
- 4.5 บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 4.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
- 4.7 บอกได้ว่า วัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของวัตถุอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.8.1 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา
- 4.8.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิด โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 จำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในแต่ละกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จาก การสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตารางแผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่เกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจถูก หรือ ผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย หรือขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถหรือวัดได้)

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆหรือสิ่งที่ต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง กางวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกตการวัดและอื่นๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.4 การออกแบบการทดลองโดย

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.5 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.6 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

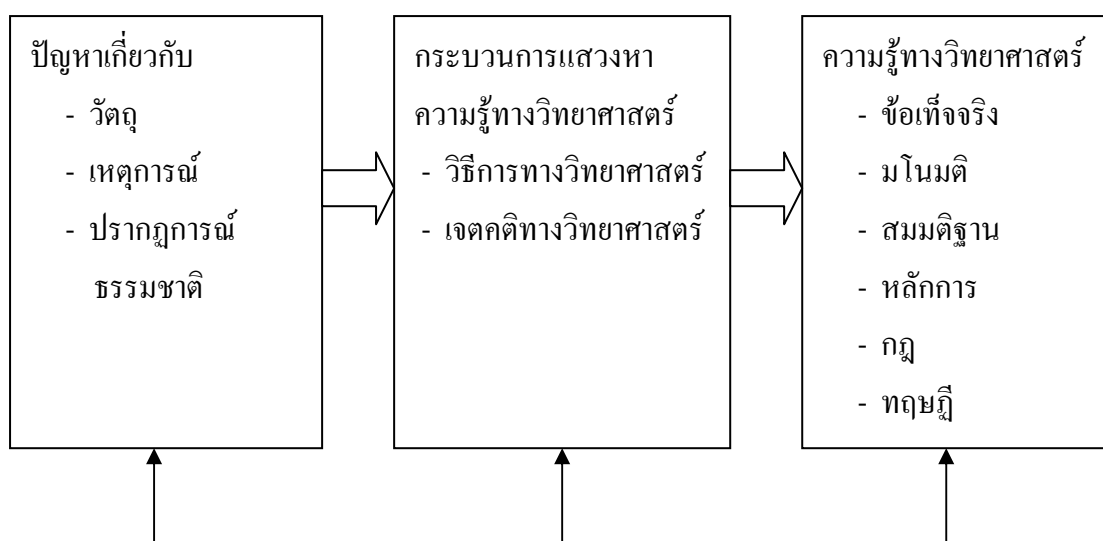
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมาย ในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าว เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้ และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่งสมจิต สวธนไพบุลย์ (2535: 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้



ภาพประกอบ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผลผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์, 2524: 21-31)

1. ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว
เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ใน
รูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ
ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆหรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะ
อย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบ
เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การวัด
การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุม
ตัวแปร การทดลอง การตีความหมาย ลงข้อสรุป

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

5. เอกสารเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล

5.1 ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของการคิดได้ ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 336) ได้กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการ การใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่างๆ มาปรากฏในความคิด หรือจิตใจ

บรูเนอร์ และคณะ (Bruner ; & others. 1956) ให้ความหมายว่าการคิด เป็น กระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงสรุป อ้างอิงด้วยการจำแนก รายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

กิลฟอร์ด (GuiFord. 1967) ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป อันเป็นหลักการของความจริงนั้นๆรวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไป จากเดิม ทรรศนะของกิลฟอร์ดนี้สอดคล้องกับการคิดในระดับการสร้างแนวคิดรวบยอดที่ บลูม และ คนอื่นๆ ได้เสนอไว้

เพียเจต์ (Piaget. 1962: 58) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดว่า ความคิดหมายถึงการกระทำ สิ่งต่างๆด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือเป็นกระบวนการปรับเข้า โครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มี อยู่กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accomodation) โดยการปรับสถานการณ์เดิมให้เข้ากับ ความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้ความคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิด ของตนให้เข้าใจสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าว จะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของ บุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับหนึ่งที่สูงกว่า

สรุปได้ว่า การคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน แยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกัน คือ ในกรณีทีกล่าวถึงกระบวนการก็ จะใช้วิธีการคิดหรือทักษะการคิดมาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิตก็จะกล่าวถึง คุณภาพการคิด ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดมาแก้ปัญหาหรือทำงาน ในการจัดการศึกษานั้นมุ่งให้ผู้เรียนเกิด

ความคิดทั้งลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่ดี เพื่อให้ได้ผลผลิตของการคิดที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในเชิงวิชาการ และไม่ใช่วิชาการตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัวให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

5.2 ประเภทของการคิด

การที่จะปลูกฝังและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด หรือวิธีการคิดตามที่ต้องการดังกล่าวนี้ จะต้องพิจารณาว่ามีลักษณะหรือประเภทการคิดชนิดใด ที่ส่งเสริมหรือไม่ควรส่งเสริมเกี่ยวกับลักษณะ หรือประเภทการคิด โดยทั่วไป กาเย่ (Gagne) ได้จำแนกเป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง คือ การคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็นจากประสบการณ์ตรง เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เป็นการคิดแบบต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกย่อยเป็น 5 ลักษณะ คือ

1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูด หรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่มีอยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเองเพื่อให้เกิดความพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ตื่นอยู่

1.4 Night Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตนหรือเป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพื่อฝึนการคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้นโดยมุ่งไปสู่จุดมุ่งหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้วซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทางไม่ซ้ำกัน หรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้ กล่าวคือ เมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็จะ เป็นสะพานเชื่อต่อให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆได้ต่อไป โดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงสถานการณ์หรือข้อมูลต่างๆ ว่า มีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

เบนตัน และคนอื่นๆ (บุญสม ครุฑฑา. 2525: 11 ; อ้างอิงมาจาก Benton ; & others. 1974) แบ่งการคิดเป็น 2 ชนิด คือ

1. การคิดแบบเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมาย แต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub-Conscious) ของแต่ละบุคคล ซึ่งแบ่งเป็นการเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Night Dreaming) และการคิดแบบฟุ้ง (Autistic Thinking)

2. การคิดโดยตรง (Direct Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อแก้ปัญหา หรือนำไปสู่จุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมาย โดยตรง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายนั่นเอง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ การคิดตรรกะตรง (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดมุ่งหมายนี้ คลอสเมอร์ และ ริปเปิล (สมเจตต์ ไวยากรณ์. 2530: 14 ; อ้างอิงจาก Klausmeir ; & Ripple. 1971) ให้ทัศนะว่า การเป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้นบุคคลจะต้องใช้การคิดแบบวิเคราะห์ห้วงวิจักษ์ (Critical Thinking) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อความจริงหรือปัญหานั้นๆ ในลักษณะต่างๆ และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ๆ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคลให้กว้างไกลออกไป

เมื่อพิจารณาจากประเภทของการคิดตามที่กาย์และเบนตันได้จัดแบ่งประเภทไว้นั้นพบว่า วิธีการคิดที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษา ก็คือ การคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย หรือเป็นการคิดแบบสร้างสรรค์ และการคิดแบบวิเคราะห์ห้วงวิจักษ์ ซึ่งก็คือการคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นเป็นการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการวิเคราะห์ จะช่วยให้ผู้เรียนนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5.3 การคิดอย่างมีเหตุผล

ตามความคิดของ เพียเจต์ (Piajet. 1962: 58) นั้น “การคิด” คือ การกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา ซึ่งหมายความว่า การคิดจะต้องปรากฏอยู่ในการกระทำทั้งหลายในการสร้างมโนภาพ ในการสร้างทั้งปวง การใช้ภาษาหรือการพูด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ถือ เป็นการคิดทำนองเดียวกันทั้งสิ้น การคิดนั้นย่อมพัฒนาขึ้นไป การคิดจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกระทำหรือกิจกรรมในขบวนการเรียนการคิดนั้น สิ่งที่เป็นและย่อมแยกกันไม่ออก เพราะว่าความรู้ที่กินนั้นแท้จริงแล้วก็เป็นเรื่องหนึ่งของความคิดนั่นเอง

กู๊ด (Good. 1945: 332) ได้ให้ความหมายคำว่า “การคิดอย่างมีเหตุผล” ว่า หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง และปรากฏการณ์สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติได้

คาพลัส (Karplus, 1977: 170 – 177) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete Reasoning Pattern : C)

C_1 (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น เช่น สามารถบอกความแตกต่างของกรดและเบส โดยการสังเกตสีของกระดาษลิตมัสที่เปลี่ยนแปลงและมีความเข้าใจที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมดทั้งหมด เป็นต้น

C_2 (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยปริมาตรของสารคงที่ เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่ม หรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกตวงปริมาณของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกจะเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกตวง

C_3 (Serial Ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากการสังเกตคุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีการจับคู่ (One-to-one Correspondence) ระหว่างสิ่งของ 2 กลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กจะมีจังหวะการเดินของหัวใจเร็วกว่า สัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีการเดินของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal Reasoning Patterns : F)

F_1 (Theoretical Reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มสิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น ให้หลักตรรกะช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้ง 5 เช่น สามารถแยกปฏิกิริยาเคมี ระหว่าง และ โดยใช้หลักการอนุรักษ์พลังงาน หรือการจัดจำแนกพืชตามหลักวิวัฒนาการ นอกจากนี้ยังยอมรับข้อสมมติฐานใดๆ ที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F_2 (Combinatorial Reasoning) สามารถให้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะผสมของความคิดในปัญหาต่างๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏ และลักษณะแฝงตั้งแต่ 2 จำนวนขึ้นไป

F_3 (Functionally and Proportional Reasoning) สามารถอธิบาย และตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น อธิบายถึง อัตราเร็วของการแพร่กระจายของโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบางๆ จะเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้นๆ

F_4 (Control of Variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบการทดลอง โดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่นๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน F_3

F_5 (Probability and Correlation Reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่นๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่จะตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

ตาราง 1 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม	ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
1. ต้องใช้การอ้างอิงจากการกระทำที่คล้ายคลึงกัน จากวัตถุและจากคุณสมบัติที่สังเกตได้	1. สามารถใช้เหตุผลเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริง และทฤษฎี โดยใช้สัญลักษณ์แทนความคิดได้
2. สามารถใช้เหตุผล $C_1 - C_3$ แต่ไม่สามารถใช้เหตุผลตาม $F_1 - F_3$	2. สามารถใช้เหตุผลตาม $F_1 - F_3$ ได้ดีเท่ากับ $C_1 - C_3$
3. ในการปฏิบัติการที่ยู่ยากต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น	3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการโดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเองให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็นหรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	4. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความคิดพิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบทบทวนเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในผลสรุปซึ่งใช้ข้อมูลต่างๆเป็นรากฐาน

ที่มา : Karplus, Robert. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 14(2): 169 – 175.

ลักษณะการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม

ในระหว่างที่เด็กเริ่มมีอายุย่างเข้าวัยรุ่น ความรู้สึกลึกซึ้ง ความรู้สึกรู้สึกความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจต์ เรียกลักษณะขั้นการเจริญเติบโตทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กในวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11-15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของ เพียเจต์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าวัยนี้ จะเป็นระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) ออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาด้านความคิดดังกล่าว ทำให้

เด็กในวัยนี้ สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Logical Operation) ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ซึ่งพออธิบายคร่าวๆ ได้ ดังนี้

1. เหตุผลเชิงธรรม (Abstract Reasoning) กระบวนการคิดของเด็กวัยนี้เริ่มใช้หลักการหรือแนวคิดแบบผู้ใหญ่ มีความสลับซับซ้อนในการใช้เหตุผล เช่น รู้จักการใช้ลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลประมวลเข้าด้วยกัน ใช้ความคิดใคร่ครวญแล้ว จึงแสดงออกมาเป็น การกระทำอย่างถูกกาลเทศะ รู้จักใช้การคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถใช้ในการวิพากษ์วิจารณ์ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

2. สามารถตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานได้ (Hypothetical Deductive) เช่น เมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง การเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้อย่างหนึ่งแล้ว พยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า “วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของรถยนต์สักคันหนึ่ง คือการไปขอเงินพ่อแม่ซื้อ” แต่ในขณะที่เดียวกันอีกความคิดหนึ่งจะเกิดขึ้นแย้งกับความคิดเดิม “ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินฉันแน่” และคิดต่อไปว่า “ฉะนั้นต้องหางานทำและเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ต้องการ” ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุผลแบบอนุมานที่เด็กคนนี้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง

3. การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้งสมมติฐาน เชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

3.1 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ให้นมลูกกิน

3.2 สัตว์นี้ให้นมลูกกิน

3.3 เพราะฉะนั้นสัตว์นี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้ คนที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่า เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ ดังเช่น

ก. สุนัขเห่า

ข. สัตว์ตัวนี้เห่า

ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ก. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่าสัตว์ทุกตัวที่ “เห่า” จะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้น อาจไม่จริงเพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจ “เห่า” เหมือนสุนัข การคิดเหตุผลแบบอนุมานแบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง การประเมินก่อนลงความคิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เด็กในวัยนี้บางคนเริ่ม มีความคิดคาดการณ์เป็นขั้นๆ โดยใช้เหตุผลต่างๆ

4.1 มันอาจเป็นเช่นนี้ หรือเป็นเช่นนั้นก็ได้

4.2 มันอาจเป็นเช่นนี้ และอาจเป็นเช่นนั้นได้

4.3 มันอาจเป็นเช่นนี้ แต่ไม่เป็นเช่นนั้น

4.4 มันอาจไม่เป็นทั้งเช่นนี้ และเช่นนั้นได้

ตัวอย่างการใช้เหตุผลอธิบายปรากฏการณ์ เช่น

1. ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)

ตัวอย่าง “ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข)”

2. ถ้าเป็น (ข) ต้องเกิด (ก)

ตัวอย่าง “ถ้าพื้นดินชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนตก (ก)”

3. ถ้าไม่ใช่ (ก) ก็จะไม่เกิด (ข)

ตัวอย่าง “ถ้าฝนไม่ตก (ก) พื้นดินก็จะไม่ชุ่มชื้น (ข)”

4. ถ้าไม่เกิด (ข) ก็จะไม่ใช่ (ก)

ตัวอย่าง “ถ้าพื้นดินไม่ชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนไม่ตก (ก)”

5. เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กที่สามารถเข้าใจเรื่อง หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้วสามารถแปลความหมาย และมีความคิดลึกซึ้ง เช่น สามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว

ตัวอย่าง “คำสูงกว่าแดง แดงสูงกว่าขาว ถามว่าใครคือคนที่สูงที่สุด”

ขั้นการคิด คำสูงกว่าแดง

แดงสูงกว่าขาว

เพราะฉะนั้น คำสูงกว่าขาว

คำตอบ คำ คือ คนที่สูงที่สุด

ลำดับขั้นตอนการคิดทำนองนี้เริ่มจาก

1. ตั้งประเด็นของปัญหาที่ได้รับ
2. พิจารณาว่าข้อมูลที่มีปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป
3. ร่างขั้นการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป
4. ลงมือตอบ

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายๆ ตัวแปร อย่างมีระบบ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนได้รับขวดบรรจุของเหลวใสไม่มีสี และไม่มีกลิ่นจำนวน 4 ใบ กับขวดรูปชมพู่ บรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งมีป้ายชื่อ (ก) ลงในขวดรูปชมพู่ ของเหลวในขวดรูปชมพู่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในขวดทั้ง 4 ใบ ให้ได้ของเหลวสีเหลือง ในการแก้ปัญหา เด็กที่สติปัญญาถึงขั้นนามธรรมจะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในขวดเหล่านั้นอย่างมีระบบระเบียบ ความยากของปัญหานี้อยู่ที่ของเหลวเพียงขวดเดียวเท่านั้น ที่จะผสมกับของเหลว (ก) จึงจะได้สีเหลือง ของเหลวในขวดอื่นๆ จะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Propositional Thinking) การใช้ความคิดตามหลักการสัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุเป็นผล ในการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น ปัญหาเครื่องชั่งแบบสองแขน เด็กสามารถหาคำตอบ ได้เองจากการใช้เหตุผลตามหลักสัดส่วน

ภาพประกอบ 6 ถามว่า จะต้องเอาน้ำหนักเท่าใดมาแขวน จึงจะทำให้คานอยู่ในลักษณะสมดุล

9. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใดๆ ที่สลับซับซ้อนจะสามารถแยกแยะตัวแปรต่างๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อนและใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งในขณะที่ตัวแปรอื่นเปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับการจำแนกโดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิด ตามระบบอวัยวะ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

11. สามารถตั้งคำถามและยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์ เรื่อง สิทธิเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตนเอง ในด้านการคิด

12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)

13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติ และมีอุดมคติเป็นของตนเอง

จากเอกสารการพัฒนาทางสติปัญญา สรุปได้ว่า การพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของ เพียเจต์ จะเกิดขึ้นเป็นระยะหรือเป็นขั้นตอน จะแตกต่างกันไป แล้วแต่ลักษณะที่แตกต่างกันของเด็ก และสิ่งแวดล้อม หรือวัฒนธรรมของเด็กแต่ละคน ซึ่งการคิดจะเจริญขึ้นได้มากน้อย

เพียงใดย่อมขึ้นกับการเจริญทางกาย และประสบการณ์ที่เด็กได้รับ สำหรับเด็กที่มีพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (อายุ 11 – 15 ปี) จะมีการคิดอย่างมีเหตุผลได้ ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Reasoning) หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมอง ในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ จากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ไม่รู้ เป็นกระบวนการคิดในขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Thinking) และใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะการคิด ดังต่อไปนี้

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) เป็นการใช้เหตุผลที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น รู้จักใช้การลำดับเหตุผล เป็นขั้นตอนสามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันแล้วแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีหลักเกณฑ์

2. ตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมาน (Hypthetical-Deductive Reasoning) หมายถึง การใช้เหตุผลแบบคาดคะเนให้คำตอบล่วงหน้า เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย เช่น เด็กคนหนึ่งมีปัญหาอยู่ว่าเธออยากได้รถสักคันหนึ่งและเกิดความคิดว่า

ต้องขอเงินพ่อซื้อ แต่พ่ออาจไม่ให้

ต้องหาเงินซื้อให้ตัวเอง ฉะนั้นต้องทำงานเพื่อเก็บเงินไว้ซื้อเอง

3. เหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) หมายถึง การอ้างเหตุผลที่สอดคล้องสมเหตุผลกัน ประกอบด้วยข้อเท็จจริง 2 ข้อ และข้อสรุป ตัวอย่างเช่น

ก. ความดีทุกอย่างควรสรรเสริญ

ข. ความกรุณาเป็นความดีอันหนึ่ง

ค. ฉะนั้นความกรุณาจึงควรสรรเสริญ

4. เหตุผลแบบมีเงื่อนไข (Propositional Thinking) หมายถึง การใช้เหตุผลอธิบายปัญหาที่ต้องการพิสูจน์ หรือ แสดงโจทย์ ตัวอย่างเช่น

ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)

ตัวอย่าง “ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข)”

5. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน (Reflexive Thinking) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุอันหนึ่งกับวัตถุที่เหลือ

6. การควบคุมตัวแปร (Combinatorial Logic) หมายถึง ความสามารถแยกตัวแปรหรือตัวประกอบหนึ่งออกจากตัวแปรอื่นๆและใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่นเปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

7. การใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) หมายถึง การคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของตัวแปรอย่างมีระบบ เช่น ในการทำปฏิกิริยาเคมีของสารพบว่าสารเคมี 2 ชนิด เท่านั้น ที่ทำปฏิกิริยากันแล้ว จะได้ตะกอนสีส้ม ถ้ากำหนดให้สารเคมีทั้งหมด 4 ชนิด โดยให้นักเรียนทำการทดลองผสมสารเคมีได้ตะกอนสีส้ม ซึ่งในการแก้ปัญหานี้ เด็กจะใช้วิธีการโดยผสมสารเหล่านั้นอย่างมีระบบ

9. ความน่าจะเป็น (Probability) หมายถึง ตัวเลขที่บอกว่าเหตุการณ์หนึ่งจะมีโอกาสเกิดขึ้นมากหรือน้อยเท่าไร ในบรรดาเหตุการณ์ทั้งหลายที่เป็นไปได้

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นได้ว่า เด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของไทย ซึ่งมีอายุอยู่ระหว่าง 11 – 15 ปี ก็น่าจะมีการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรมได้

นอกจากนี้ ซันด์ (Sund. 1976: 48 – 58) ได้แสดงความคิดเห็นว่า เด็กที่เริ่มมีอายุย่างเข้าสู่วัยรุ่นความรู้สึกลึกซึ้ง ความคิดความเข้าใจของเด็กวัยนี้ จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจต์เรียกลักษณะขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 – 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียเจต์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าสู่วัยนี้เป็นระบบและใช้กระบวนการอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นนามธรรม (Concrete Objects) โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรม มาเป็นข้อมูล ประกอบพัฒนาความความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้การกระทำที่เป็นเหตุผล (Concrete Operation) ได้

4.3 พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล

กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กที่เข้าสู่การปฏิบัติการคิดค้นด้วยรูปธรรม (Concrete Operation Stage) เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ซึ่งนำไปสู่การคิดที่มีเหตุผลเชิงตรรกะ (Logical Thinking) ซึ่ง คัทซ์ (Deutsche) ได้กล่าวว่า การคิดของเด็กจะค่อยเป็นค่อยไปไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน จากการศึกษาอย่างมีเหตุผล โดยแท้จริงแล้วเด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลได้ในทุกระดับ เพียงแต่ว่าเด็กที่โตกว่ามีเหตุผลที่สูงกว่า (เดอนใจ ทองสำริด. 2531: 38 – 40 ; อ้างอิงจาก Donalson. 1983: 231 – 256) ในการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล ควรมีความเข้าใจทฤษฎีพัฒนาการทางการคิดของ เพียเจต์ และ บรูเนอร์

เพียเจต์ ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญา ออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และเคลื่อนไหว (Sensori – Motor Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การพูด ในวัยนี้เด็กแสดงออกเพื่อให้เห็นว่าสติปัญญาด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ แม้ว่าไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กจะต้องมีโอกาสนี้จะปะทะกับ

สิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาสติปัญญา และความคิด ในขั้นนี้ ความคิดความเข้าใจของเด็กก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา เด็กวัยนี้มักจะทำอะไรซ้ำๆ บ่อยๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ แต่กิจกรรมการคิดของเด็กวัยนี้ส่วนใหญ่ยังคงอยู่เฉพาะสิ่งที่สามารถสัมผัสได้ เท่านั้น

2. ขั้นปฏิบัติการคิด (Preoperational - Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่ 2 – 7 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

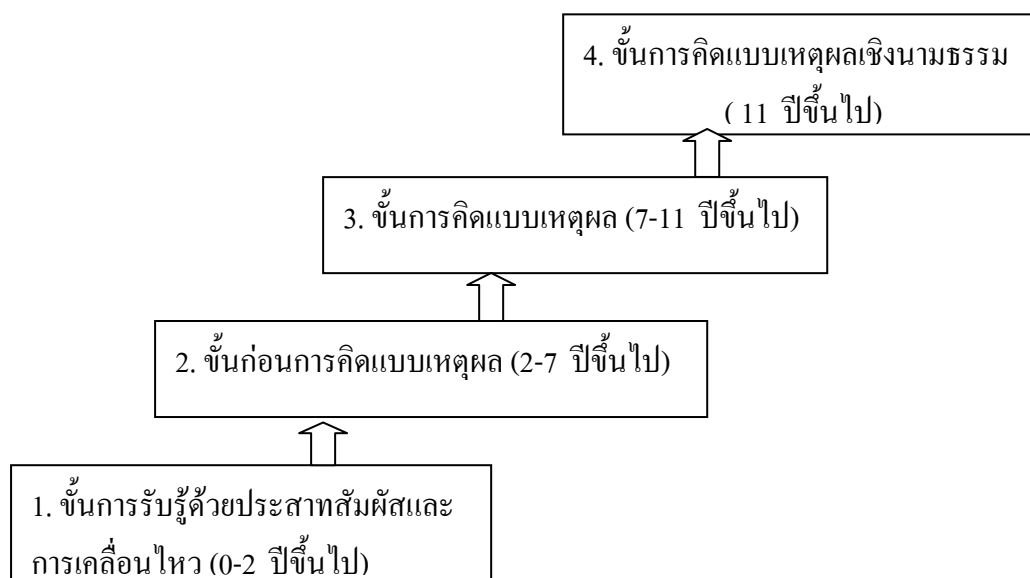
2.1 ขั้นก่อนเกิดสัจกับ (Preconceptual Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ไม่มีขอบเขต เพราะเด็กยังคงยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือ ถือความคิดของตนเองเป็นส่วนใหญ่และมองไม่เห็นเหตุผลของคนอื่น ความคิด และเหตุผลของเด็กวัยนี้ จึงไม่ค่อยถูกต้องตามความจริงมากนัก นอกจากนี้ ความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆ ยังอยู่ในระดับเบื้องต้น เช่น เข้าใจว่า เด็กหญิงสองคน ซึ่งเหมือนกันจะมีทุกอย่างเหมือนกันหมด แสดงว่าความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ ไม่พัฒนาเต็มที่

2.2 ขั้นการคิดแบบญาณหยั่งรู้ นึกเอาเองโดยไม่ใช้เหตุผล (Intuitive Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 4 – 7 ปี ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัวได้ดีขึ้น รู้จักแยกแยะประเภทและรู้จักชิ้นส่วนของวัตถุ เข้าใจความหมายของจำนวนเลข เริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์แต่ไม่ชัดเจน สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ และสามารถนำเหตุผลทั่วไปมาสรุปแก้ปัญหาโดยไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน การคิดหาเหตุผลของเด็กยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้หรือสัมผัสจากภายนอก

3. ขั้นปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 7-11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถเข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหาสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่างๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็ง หรือของเหลวจำนวนหนึ่งแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังคงมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจากนี้ ความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้ประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่ม หรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่น และเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดี

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้ด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสุดยอด คือ เด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กสิ้นสุดลง เด็กสามารถคิดหาเหตุผล นอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งสมมติฐานและทฤษฎี และเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นด้วยการรับรู้

ที่สำคัญเท่ากับความคิดกับสิ่งที่อาจเป็นไปได้ เด็กวัยนี้มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่คิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม (พรณี ช. เจนจิต. 2528: 87 – 91)



ภาพประกอบ 7 แสดงลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา

ที่มา : ประสาท อิศรปริดา. (2538). จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. หน้า 50.

พรณี ชูชัย (2522: 53) กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดเห็นของเพียเจต์ว่า เป็นทฤษฎีที่ได้ศึกษากระบวนการคิดทางสติปัญญาของเด็กแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ความคิดของเขามีอิทธิพลต่อจิตวิทยาพัฒนาการเป็นอย่างมาก เขากระตุ้นให้คนสนใจกับขั้นตอนของพัฒนาการ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Cognition) มีความเชื่อว่า เป้าหมายของพัฒนานั้นนั้น คือ

1. ความสามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งเป็นนามธรรม
2. ความสามารถคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ บรูเนอร์ (Bruner) ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดออกเป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นแสดงออกด้วยการกระทำ (Enactive Stage) ขั้นนี้เปรียบเทียบกับขั้นประสาทสัมผัส และการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) ของ เพียเจต์ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) มากที่สุด
2. ขั้นสร้างภาพแทนใจ (Iconic Stage) ขั้นนี้เปรียบเทียบกับขั้นก่อนปฏิบัติก่อนการคิด (Preparation Stage) เด็กวัยนี้เกี่ยวข้องกับความจริงมากขึ้น เกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่อาจมีจินตนาการบ้าง แต่ยังไม่สามารถคิดได้ลึกซึ้งเหมือนขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรมของ เพียเจต์
3. ขั้นใช้สัญลักษณ์ (Symbolic) เป็นการพัฒนาระดับสูงสุดของ บรูเนอร์ เปรียบได้กับการพัฒนาระดับปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operation) ของ เพียเจต์ ขั้นนี้ เด็กสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งของ สามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสัจพจน์ในสิ่งต่างๆ ที่ซับซ้อนได้มากขึ้น (ประสาท อิศรปริดา. 2523: 133 – 136)

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ (Piaget) และ บรูเนอร์ (Bruner) สรุปได้ว่าเด็กที่เริ่มจากอายุ 11 – 15 ปี อยู่ในขั้นเริ่มเป็นผู้ใหญ่ มีความสามารถในการคิดนามธรรม คิดหาเหตุผล และตั้งสมมติฐาน รับรู้ในสิ่งที่ไม่มีตัวตน หรือสิ่งที่เป็นนามธรรมได้

ความเข้าใจเรื่องความคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องมีในคนทุกวัย ตามทฤษฎีพัฒนาการของ เพียเจต์ คิดอย่างเป็นรูปธรรมในวัยเด็ก จนถึงวัยตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไป รู้จักคิดอย่างเป็นนามธรรม ดังนั้นการจัดสภาพการเรียนการสอนควรที่ส่งเสริมความคิด วิชาสังคมศึกษาเป็นวิชาหนึ่งที่ช่วยฝึกฝนความคิด และสนับสนุนความคิดด้วยการวิเคราะห์ และใช้เหตุผล เพราะว่า สภาพปัญหาสถานการณ์ในปัจจุบันที่เกิดขึ้นล้วนเป็นสิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นให้เกิดความคิดตลอดเวลา

4.4 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล

การสอนให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล นักการศึกษาได้พยายามกำหนดทักษะการคิดเห็นว่าจำเป็น และเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า ควรมีลักษณะอย่างไร และใช้รูปแบบการฝึกอย่างไร จึงทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะนั้น เกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนี้ ลิพแมน จาคอป และ โคลแมน (Lipman Jacobs ;& Coleman) ได้กำหนดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียนในระดับมหาวิทยาลัยไว้ ดังนี้

1. ทักษะการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งประกอบด้วย ทักษะในการค้นหา การจัดกลุ่ม การจัดประเภท การให้คำนิยาม การจัดเรียงลำดับ การใช้เกณฑ์ยกตัวอย่างและการขยายความ
2. ทักษะในการสร้างความสัมพันธ์ ประกอบด้วยทักษะในการจำแนก ในการพิจารณา และสร้างระบบความสัมพันธ์
3. ทักษะในการใช้เหตุผลจากเกณฑ์ต่างๆ เช่น ความคงเส้นคงวา ความเที่ยง ความสมบูรณ์ของปรากฏการณ์ และความจริงตามนิยาม

4. ทักษะในการสรุปอ้างอิงอย่างเป็นแบบแผน ทั้งเป็นการสรุปจากเงื่อนไขตลอดจนการสรุปอย่างเป็นแบบแผน
5. ทักษะในการสร้างเหตุผลหลายๆทางโดยการพิจารณาหลายมิติ หรือพิจารณาย้อนกลับ
6. ทักษะในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเห็นและกรอบทฤษฎี
7. ทักษะในการสร้างหลักการเชิงเหตุผล ได้แก่ ทักษะในการสร้างคำถาม การให้เหตุผล การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น และการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งต่างๆ เพื่อนำไปสู่ข้อยุติ
8. ทักษะในการสร้างทฤษฎี

ความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถส่งเสริมได้ ถ้าจัดประสบการณ์เรียนรู้หรือวิธีการสอนที่เหมาะสม มีนักการศึกษาหลายท่านได้สร้างรูปแบบหรือโปรแกรมการสอนโดยทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล บางทักษะเป็นเป้าหมายของการสอนตามรูปแบบนั้นๆ ซึ่ง นิคเคอร์สัน (Nickerson) ได้สร้างรูปแบบการสอน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่เป็นอยู่ในปัจจุบันออกเป็น 5 กลุ่ม ส่วนใหญ่เน้นทักษะพื้นฐานความสามารถด้านการใช้เหตุผล คือ ความสามารถในการจัดประเภท การจัดเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การเรียบเรียงและการสรุปอ้างอิง รายละเอียดการจัดการสอนแต่ละกลุ่ม ดังนี้ (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530: 20 ; อ้างอิงจาก Nickerson. 1984: 29 – 35)

1. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นแนวทางกระบวนการคิด (Cognitive Process) กลุ่มนี้กำหนดข้อตกลงไว้ว่า ความสามารถในการคิดนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดพื้นฐานบางประการ เช่น การเปรียบเทียบ การจัดลำดับ การจำแนกประเภท การอ้างอิงและการทำนาย กระบวนการขั้นพื้นฐานนี้เป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนว ยุทธศาสตร์การคิด โปรแกรมนี้เกี่ยวกับกลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่ามีโอกาสที่ประสบความสำเร็จสูง โปรแกรมนี้มักพบในงานวิจัยทางด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการคิด โดยเฉพาะในด้านการแก้ปัญหาหรือในงานวิจัยที่เกี่ยวกับเชาว์ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)
3. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิดตามทักษะของเพียเจต์ (Formal Thinking or Stage Development) โปรแกรมในกลุ่มนี้สร้างขึ้นตามแนวทศนะจากการคิด เฉพาะด้านและลักษณะที่เป็นรูปธรรมให้สามารถคิดในแนวกว้าง และคิดในสิ่งที่เป็นามธรรมได้ ซึ่งเป็นการพัฒนาการในระดับการใช้เหตุผลเชิงตรรกะวิทยาได้
4. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นแนวทางของการใช้ภาษาสัญลักษณ์ (Language and Symbol Manipulation) โปรแกรมนี้มีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นกิจกรรมที่มีแบบแผนที่จำเป็นต้องใช้ความสามารถในการแสดงความคิดออกมาให้ชัดเจน และมีความต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะ

ดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการวางแผน ตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมายโดยมีการแบ่งออกเป็นส่วนๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลด้านการตั้งแคะห้ข้อความ โดยใช้การเขียนเป็นวิธีการแสดงออก เป็นเครื่องมือในการพัฒนา

5. กลุ่มโปรแกรมที่ีคิดการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการฝึก หรือโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด (Thinking About Thinking) โปรแกรมในแนวทางนี้เชื่อว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับการคิด ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่ป็นความคิดของตนเอง รู้ตัวว่าตนเองกำลังคิดอะไรและต้องการรู้อะไร อันเป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเอง ในขณะที่ทำการคิดกลุ่มนี้มุ่งที่พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้ถึงขีดสูงสุดตามศักยภาพที่ผู้เรียนมีอยู่ โดยให้ผู้เรียนได้ทำการวางแผนการคิดเป็นขั้นตอน เพื่อเป็นกรอบในการตรวจสอบว่า ตนเองมักมีผิดพลาดในขั้นตอนใด

กลุ่มโปรแกรมการฝึกทั้ง 5 กลุ่มนี้ เท่าที่จัดการสอนในโรงเรียนสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ (สมเจตน์ ไวยาการณ์, 2530: 24)

1. เป็นโปรแกรมเฉพาะทาง ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนทักษะการคิดโดยเฉพาะ ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่ใช้กระบวนการคิดแนวทาง
2. เป็นโปรแกรมเสริมสร้างทักษะการคิด โดยใช้เนื้อหาวิชาหลักสูตรปกติเป็นสื่อในการพัฒนาการคิด ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวยุทธศาสตร์การคิด กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาการของการคิดตามทักษะของเพียเจต์ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางการใช้ภาษาสัญลักษณ์ และกลุ่มโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด

สรุป แนวคิดแต่ละกลุ่มมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลทุกกลุ่ม เพียงแต่ใช้วิธีการและทักษะการคิดบางทักษะแตกต่างกัน ผู้วิจัยมุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล 3 ด้าน ดังนี้

1. การคิดเหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning Thinking) เป็นการคิด โดยใช้เหตุผลที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น รู้จักใช้การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอนสามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันแล้วแสดงความคิดนั้น ออกมาอย่างมีหลักเกณฑ์
2. การคิดตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมาน (Hypthetical-Deductive Reasoning Thinking) หมายถึง การคิดโดยใช้เหตุผลแบบคาดคะเนให้คำตอบล่วงหน้า เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย
3. การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogism) หมายถึง การให้เหตุผลที่ประกอบด้วยข้อความ 2 ประการ และข้อสรุปว่า ข้อความที่ให้มานั้นเป็นจริง หรือสมเหตุสมผล

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

จิระพันธ์ ทะเจียว (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาการเปรียบเทียบ ลักษณะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู” ผลการวิจัยพบว่า ทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติข่ม (2544: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเชาว์ปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู” ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครูหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริลักษณ์ หนองเส (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาความสามารถ ทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดย ใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์” ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ความสามารถ ทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อารีย์ ทวีลาภ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาแบบการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามระบบ 4 MAT” ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามระบบ 4 MAT ในแต่ละแบบการเรียน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุดี คมประพันธ์ (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3” ผลการวิจัย พบว่าชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ให้มาตรฐานประมาณค่าระหว่าง 1 – 5 และเมื่อ นำไปทดลองสอนพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ด้าน ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยผลการเรียนรู้หลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 66.20 ซึ่งสูงกว่า

ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 65) เจตคติต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากเรียน ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูงกว่าระดับดี (ระดับดีของมาตรฐานประมาณค่าระหว่าง 1 – 5 คือ 4)

วัฒนา อรุณวัฒนะ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์” ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรสา เอี่ยมสะอาด (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ” ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

ฟอร์ด (Ford. 1976: 5698 – A) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้ชุดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อเด็กสติปัญญาต่ำกว่าปกติ เรียนซ้ำ โดยวิธี Newdirection in Creativity (NDC) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมฝึกต่างๆ โดยทำการวิจัยกับนักเรียนที่มีอยู่ในชั้นเรียน สำหรับการศึกษาพิเศษ ในรัฐ Connecticut ในระดับเกรด 5 จำนวน 30 ห้องเรียน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 18 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 12 ห้องเรียน โดยเด็กทั้ง 2 กลุ่ม มี IQ ระหว่าง 50-80 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ผ่านประสบการณ์จากชุดกิจกรรมดังกล่าวได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงและมีคุณลักษณะในทางสร้างสรรค์ดีกว่ากลุ่มควบคุม

วิวาส (จินตนา ศิริชัยวรรัตน์. 2548: 48 ; อ้างอิงจาก Vias. 1985: 603) ได้ทำการวิจัย “การออกแบบพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอลา โดยใช้ชุดการสอนจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาทักษะทั้ง 5 ด้าน ความคิด ความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเซาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 1 จากโรงเรียนเรนิสกันเียร์ เขตรัฐมิถันด้า ประเทศเวเนซุเอลา จำนวน 214 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 ห้องเรียน จำนวน 114 คน ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการสอน กลุ่มควบคุม 3 ห้องเรียน จำนวน 100 คน ได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการสอนมีความสามารถเพิ่มขึ้น ในด้านความคิด ความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเซาว์ปัญญา และด้านการปรับตัวทางสังคมหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

วิลสัน (จินตนา ศิริชัยญารัตน์. 2548: 47 ; อ้างอิงจาก Wilson. 1989: 416) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้า ด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่าครูผู้สอนยอมรับว่า การใช้ชุดการสอนเป็นผลดีมากว่าการสอนตามปกติ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพทางการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมหลังจากการใช้ชุดกิจกรรม

6.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

จิรพันธ์ ทศนศรี (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบซิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้” ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบซิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบซิปปาหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หลังได้รับการสอนสูงกว่าได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรศรี คาวรุ่ง (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์” ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมใจ มีสมวิทย์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 ” ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

บอร์ค (Bard. 1975 – 5947 – A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่ Southern Colorado State College โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

สมิท (Smith. 1994: 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้ เป็นวิธีทดลองภาคสนาม เรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการ การปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าหลังจากที่ได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลาย

6.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยในประเทศ

วิชชุดา งามอักษร (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบ เอส เอส ซี เอสกับการสอนตามคู่มือครู” ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู” ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์สูง ที่ได้รับการสอน โดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ระพินทร์ คร้ามมี (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแก้ปัญหา” ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีวดี สิงหาเวช (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์” ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างเรียนกับหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

เนลสัน (Nelson. 1973: 97) ได้ทำการศึกษา โดยใช้ครูสองคนที่ใช้วิธีการสองแบบกับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนหนึ่งสอนโดยกระตุ้นให้คิด อีกห้องหนึ่งสอนโดยไม่กระตุ้นให้คิด โดยสอนสัปดาห์ละ 3 วัน 36 คาบ ทั้ง 2 ห้องเรียน ได้รับการเรียนแบบทดลองเหมือนกันแต่ในตอนอภิปรายหลังการทดลอง ห้องเรียนที่ใช้วิธีการสอนโดยไม่กระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับต่ำ ส่วนอีกห้องหนึ่งที่ได้รับการสอนแบบกระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับสูง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่สอนโดยกระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิด มีการเพิ่มปริมาณและคุณภาพด้านการสังเกต และการอ้างอิงมากกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด

เรย์ (Ray. 1979: 3220 – A) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำกับคำถามระดับสูง ในการสอนวิชาเคมีที่มีต่อเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามขั้นความเข้าใจ ขั้นการนำไปใช้ ขั้นการวิเคราะห์ และขั้นประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ถามด้วยคำถามระดับสูง สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของความมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หากได้รับการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย สถานการณ์ที่กระตุ้นให้ใช้คำถาม เพื่อให้เกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด สร้างกระบวนการคิดแก่ผู้เรียนและสามารถปรับตัวให้อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 140 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 35 คน ซึ่งเลือกมา โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) โดยจับฉลากจำนวน 1 ห้องเรียน จาก 4 ห้องเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในสาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย 1 มาตรฐาน ได้แก่

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้

ในการจัดการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ดังนี้

ในการจัดการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีหัวข้อ ดังนี้

1. สํารวจ อธิบาย เขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศท้องถิ่นและการถ่ายทอดพลังงาน (ว 2.1-1)
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับวัฏจักรของคาร์บอน ในโตรเจน และน้ำ ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ (ว 2.1-1)
3. สํารวจ ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร (ว 2.1-1)

ระยะเวลาในการวิจัย

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โดยใช้เวลาดทดลอง 12 ชั่วโมง

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ตามแบบแผนการทดลอง One Group Pretest – Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2

RE	แทน	การกำหนดตัวอย่างแบบสุ่ม
T_1	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
X	แทน	การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
T_2	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.3 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 2.1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

1.4 กำหนดรูปแบบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ซึ่งประกอบด้วย

1.4.1 ชื่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่ระบุชื่อชุดกิจกรรม

1.4.2 คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม

1.4.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียน

บรรลุผล

1.4.4 เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

1.4.5 สารบัญ เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับสาระความรู้ ความรู้เพิ่มเติมที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษา และทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

1.4.6 สถานการณ์นำคิด เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่เป็นบรรยายด้วยข้อความ รูปภาพ เกม หรือกิจกรรมการทดลอง ซึ่งเป็นส่วนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

- นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
- นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน ใน

การทดลอง

- นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

- นักเรียนตั้งสมมติฐานของปัญหาที่เลือก
- นักเรียนเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้ของปัญหา

- นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกสมมติฐานนั้น
- นักเรียนเขียนสมมติฐานให้มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือก

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง

- นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลองกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น
- นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทดลองนั้น
- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้
- นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

- นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้และสรุปผลการทดลองลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

- นักเรียนตอบคำถามในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

1.4.7 อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์นำมาใช้แต่ละกิจกรรม

1.4.8 คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุข้อคำถามหลังการปฏิบัติกิจกรรม

1.4.9 คำเฉลยคำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1.5 สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ โดยมีขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม ดังนี้

1.5.1 เขียนโครงร่างชุดกิจกรรม

1.5.2 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระที่ 2 : ระบบนิเวศ มาตรฐาน ว 2.1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 และคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

1.5.3 กำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

1.5.4 กำหนดเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนทราบในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

1.5.5 กำหนดกิจกรรม สถานการณ์ หรือการทดลองในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

1.5.6 จัดทำแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

1.5.7 จัดทำแบบเฉลยก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

1.6 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องและความเหมาะสมของเวลา ลำดับกิจกรรม

1.7 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ

การยอมรับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์พิจารณาจากการตอบคำถามในชุดกิจกรรมแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรมให้เกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ตอบคำถามในชุดกิจกรรมได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรมได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

เมื่อพิจารณาข้อมูล 80 ตัวแรก และ 80 ตัวหลัง ถ้าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ถือว่า เป็นชุดกิจกรรมที่สมบูรณ์ แต่ถ้าไม่ถึงเกณฑ์ 80/80 ถือว่า เป็นชุดกิจกรรมที่ไม่สมบูรณ์ต้องปรับปรุงแก้ไข

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 1 นำรู้เรื่องระบบนิเวศ 80.29 / 81.04

ชุดที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 83.59 / 86.75

ชุดที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ 80.00 / 82.08

ชุดที่ 4 วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ 81.80 / 85.89

1.8 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 35 คน

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 2.1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 และคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ แบบอัตนัย 10 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์และทางการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก และภาษาที่ใช้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมแล้ว เลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไปไว้

2.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.6 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952: 6 – 52) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 – 0.81

2.7 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (40 ข้อ) โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder and Richardson (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.89

2.8 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบทดสอบแบบอัตนัย) ตามสูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.72

2.9 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 35 คน

3. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.2 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยมีลักษณะแบบทดสอบเป็นสถานการณ์สมมติ ใช้เกณฑ์การประเมิน Rubric Score

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์และทางการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถามและภาษาที่ใช้ เลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไปไว้

3.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.6 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952: 6 – 52) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 – 0.63

3.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (แบบทดสอบแบบอัตนัย) ตามสูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.70

3.8 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 35 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นกลุ่มทดลอง ดังกล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
3. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
4. ดำเนินการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ เวลา 12 ชั่วโมง
5. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความ

สามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536: 35)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 306)

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

เมื่อ S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน
 N แทน จำนวนนักเรียน
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

1.3 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้
(สุมาลี โชติขุ่ม. 2544 ; อ้างอิงจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ ; และ
สุดา สีนสกุล. 2533: 135 – 136)

$$E_1 = \frac{\sum x}{\frac{N}{A}}$$

เมื่อ E_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนคะแนน ที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดระหว่าง เรียนทุกตอนรวมกัน
$\sum x$	แทน	คะแนนรวมทั้งหมดในชุดกิจกรรม
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำการทดสอบ
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดในชุดกิจกรรม

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}}$$

E_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนคะแนน ที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบทดสอบ หลังใช้ชุดกิจกรรม
$\sum F$	แทน	คะแนนรวมทั้งหมดในชุดกิจกรรม
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำการทดสอบ
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.2 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีวัดค่าความสอดคล้อง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อโดยแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของจุง เทห์ ฟาน (ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ .2538 : 200)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและอ่อน

2.2.3 หาค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบทดสอบอัตนัย) ใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ลิวน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 199 – 200)

ค่าความยาก ของ Whitney and Sabers

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

เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่าย
S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด
$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุด

ค่าอำนาจจำแนก ของ Whitney and Sabers

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

เมื่อ D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบทดสอบปรนัย) โดยใช้ KR – 20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อทดสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
			$\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนที่ทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2.2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ (แบบทดสอบแบบอัตนัย) ตามสูตร สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (α - Coefficient)

ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลโดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (α - Coefficient)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.3 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี

เหตุผล

2.3.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการ

จะวัดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้ดัชนีวัดค่าความสอดคล้อง

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.3.2 หาค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ลิวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 199 – 2 00)

ค่าความยาก ของ Whitney and Sabers

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

เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่าย
S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด
$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุด

ค่าอำนาจจำแนก ของ Whitney and Sabers

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

เมื่อ D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.3.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัก (α - Coefficient)

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

เมื่อ α แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
n แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
S_r^2 แทน	คะแนนความแปรปรวนรายข้อ
S_t^2 แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test แบบ Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 165 – 167)

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

เมื่อ t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t – Distribution
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กำลังสอง
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-test แบบ dependent samples
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ dependent samples ได้ผล ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	35	20.83	4.49	14.56 **
หลังเรียน	35	31.83	5.52	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ t-test แบบ dependent samples ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	35	28.63	4.23	18.23 **
หลังเรียน	35	38.54	1.92	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน และมีค่าส่วเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนลดลง แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้นจริง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 140 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 35 คน ซึ่งเลือกมา โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) โดยจับฉลากจำนวน 1 ห้องเรียนจาก 4 ห้องเรียน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ได้แก่

2.1.1 ชุดกิจกรรมนำรู้เรื่องระบบนิเวศ

2.1.2 ชุดกิจกรรมความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

2.1.3 ชุดกิจกรรมการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

2.1.4 ชุดกิจกรรมวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และแบบอัตนัย ประเภทเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอัตนัย ประเภทเขียนตอบโดยกำหนดเป็นสถานการณ์ 10 สถานการณ์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน

3.2 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

3.3 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.4 ดำเนินการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เวลา 12 ชั่วโมง

3.5 เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.6 ตรวจวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

4.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

4.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ dependent samples

4.3 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ dependent samples

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผลจากการวิจัยอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดในข้อที่ 1 จากผลการวิจัยดังกล่าวอภิปรายได้ ดังนี้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นสื่อหรือนวัตกรรมการศึกษาที่มีการวางแผนการจัดการสอน โดยจัดลำดับขั้นตอนของกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยใช้สื่อต่างๆร่วมกันอย่างเป็นระบบ และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียน ได้ศึกษาสถานการณ์ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม และนักเรียนต้องใช้ความรู้จากการศึกษาในชุดกิจกรรมมาประมวลเข้ากับประสบการณ์ความรู้เดิมเพื่อที่จะระบุปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งในขั้นนี้ทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมเกิดขึ้น ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน เมื่อนักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นแล้ว นักเรียนจะต้องตั้งสมมติฐานของปัญหานั้น เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องประมวลความรู้ต่างๆเพื่อใช้เป็นเหตุผลประกอบที่น่าจะเป็นไปได้ในการเกิดปัญหานั้น ซึ่งขั้นนี้จะช่วยฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้เหตุผลประกอบในการพิจารณาข้อมูล ความรู้ ที่ได้ประมวลมา เพื่อเลือกสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหามากที่สุด ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อให้มา

ซึ่งความรู้ว่า เป็นจริงตามที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ ซึ่งถ่วงแล้วแต่ต้องใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่ได้ศึกษาและได้ฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองให้ชำนาญมากขึ้น ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ตั้งแต่ศึกษาในชุดกิจกรรมและที่ได้ ศึกษาสถานการณ์จากขั้นแรกมาสรุปผลว่า สถานการณ์นั้นมีปัญหาตามที่ได้ตั้งไว้และเป็นไปตาม สมมติฐานหรือไม่ การทดลองนั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ ซึ่งทำให้ผู้เรียนต้องนำความรู้ ข้อมูล ต่างๆมาประกอบ ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และใช้เหตุผลพิจารณาข้อมูลอย่างถี่ถ้วนเพื่อ ใช้ประกอบการสรุปผลการทดลอง จากขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนนี้อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 วิธี นักเรียนต้องค้นคว้าหาคำตอบด้วยอิสระในการคิดและการลงมือปฏิบัติ เพื่อหาคำตอบของ สถานการณ์ต่างๆในชุดกิจกรรม ครูมีหน้าที่ให้คำปรึกษาเท่านั้น ดังนั้นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์จึง ส่งผลให้ผู้เรียนต้องใช้ทักษะด้านการคิด การอ่าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียน เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้นและส่งผล ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ อรสา เอี่ยมสะอาด (2548: บทคัดย่อ) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับการวิจัยของ พรศรี ดาวรุ่งสวรรค์ (2548: บทคัดย่อ) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พักตร์วิภา ตะเพียนทอง (2549: บทคัดย่อ) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น ชุดกิจกรรมตาม ขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีข้อดี มุ่งส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ด้วยตนเองและฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

2. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3ที่ได้เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดในข้อที่ 2 จากผลการวิจัยดังกล่าวอภิปราย ได้ ดังนี้

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีสถานการณ์เป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบ โดยใช้กระบวนการคิดที่เป็นระบบ มีขั้นตอน ไตร่ตรองพิจารณาสิ่งต่างๆอย่างรอบคอบและมีเหตุผล ได้ฝึกการคิดและการปฏิบัติจริงตามความคิดของตนเอง ทุกครั้งที่พบสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและต้องการค้นพบคำตอบของปัญหา หนทางซึ่งได้มาเพื่อคำตอบของปัญหามีมากมายแต่นักเรียนต้องเป็นผู้พิจารณา ไตร่ตรอง ใช้เหตุผลให้ได้มาซึ่งวิธีการแก้ปัญหา และเมื่อมีข้อมูลต้องใช้เหตุผลในการพิจารณา เพื่อหาข้อสรุปหรือคำตอบที่ถูกต้องและดีที่สุด ซึ่งส่งผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน คือ ผู้เรียนต้องพิจารณาข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผล และนำมาเชื่อมโยงกับความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาจากชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนได้ฝึกความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงนามธรรม ได้ฝึกความสามารถในการคิดตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมาน และความสามารถในการอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา เพื่อใช้แก้ปัญหา และตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลองในสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชชุดา งามอักษร (2541: 104) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู” ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรีวดี สิงหาเวช (2548: บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยโครงการวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ด้วยเหตุผลดังกล่าวว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนควรนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยอาจเลือกเนื้อหาอื่นๆ ที่เหมาะสมมาจัดทำเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้มีผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

1.2 ผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการทำกิจกรรม การศึกษาค้นคว้า จากชุดกิจกรรม และมีการเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ให้พร้อม

1.3 ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนมีอิสระเสรีในการเรียนรู้ ทั้งด้านความคิด การปฏิบัติ และการนำเสนอ เพื่อกระตุ้นกระบวนการคิด และการเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิม เพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่โดยมีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นบทเรียนสำเร็จรูปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับระดับชั้นอื่น เช่น มัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6

2.3 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้รูปแบบโครงงานที่จะก่อให้เกิดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

2.4 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทักษะการสร้างชิ้นงาน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2535). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2533)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- . (2544). *คู่มือครูการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรรณิกา ไพทจันทร์. (2541). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กาญจนาภรณ์ เกียรติประวัติ. (2542). *วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิรพันธ์ ทศนศรี. (2548). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบชิปปากับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิระพรรณ ทะเจียว. (2543). *การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินตนา ศิริธัญญรัตน์. (2548). *การศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). การผลิตชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การสอน เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา เล่ม 3 หน่วยที่ 11 – 15. หน้า 118 – 119. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เดือนใจ ทองคำริด. (2531). การทดลองใช้วิธีการจัดกิจกรรมทางภายในการสร้างมโนทัศน์ พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กก่อนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แหมมณี. (2545). คู่มือครูรูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นาริรัตน์ พิภพสมบูรณ์. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญสม กรุททา. (2525). การสร้างแบบวัดการคิดเป็น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัด.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2538). จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กราฟฟิการ์ต.
- ปรีวดี สิงหาเวช. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงการ วิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุสติ ตามไท. (2531). โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ม.ต้น. กรุงเทพฯ: จันทรเกษม.
- พัศตร์วิภา ตะเพียนทอง. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียน โดยใช้ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. พ.ศ. 2542 และ ที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา แห่งชาติ.
- พรรณี ข. เจนจิต. (2528). จิตวิทยาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อมรินทร์การพิมพ์.
- พรรณี ชูชัย. (2522). จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วรวิทย์การพิมพ์.

- พรศรี ดาวรุ่งสวรรค์. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิจัยวิทยทางการพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพชรรัตดา เทพพิทักษ์. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการคิดทำโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มังกร ทองสุคดี. (2523). การวางแผนการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ระพีพร ธรรมมี. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแบบแก้ปัญหา. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2539). เทคนิควิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิษุตา งามอักษร. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย ดิสระ. (2533). การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ศิริลักษณ์ หนองเส. (2545). การศึกษาความสามารถทางการพึ่งตนเองด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2533). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สาขาวิจัยและการประเมินผล.
- สมจิต สวรรณไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2337). การศึกษาความสามารถในการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมเจตน์ ไวยาการณ์. (2530). รูปแบบการสอนพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมใจ มีสมวิทย์. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4. สารนิพนธ์ กศ. ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมบูรณ์ กะการดี. (2532). การศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้สไลด์ประกอบการอภิปรายปัญหากับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ. ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุดี คมประพันธ์. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแก้ปัญหาเรื่องความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี โชติขุ่ม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- หนึ่งนุช กาพักดี. (2543). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรสา เอี่ยมสะอาด. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรุณวัฒน์. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ ทวีลาภ. (2546). *การศึกษาแบบการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามระบบ 4 MAT*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุษา คำประกอบ. (2530). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human characteristics and school leaning*. New York: McGraw-Hill. p. 219 – 224.
- Bruner ; et al. (1956). *Studies in Cognitive Growth a Collabcration at Center for Congnitive Studies*. New York: Wiley.
- Butts, Davis D. (1974). *The teacher of Science A Self Directea Planning Guide*. New York: Harper and Row.
- Deviyo, Alfred.; & Gerald, H. Krockover. (1976). *Creative Scenting ideas Activities/Teacher and Children*. Little: Brown.
- Dewey. (1933). *How We Think*. New York: D.C. Healt and Company.
- Gagne, Robert M. (1974). *Essentials of Learning For Instruction*. The Diyder Press Hinsdals.

- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw Hill , Book Company.
- Hillgard , Enset R. (1962). *Introduction to Psychology*. New York: Harcourt, Brace & World Inc.
- Karplus, Robert. (1977). Science Teaching and Development of Reasoning. *Journal of Reseach in Science Teaching*. 14(2): 169 – 175.
- Nelson ; & Lorbeer. (1975). *NUDP Workshop on the Estabishment National*. Substainable Development Network (SDN).
- Piaget, J. ; & Ingelder , B. (1962). *The Psychology of the Child Translated by Halen weaver*. New York: Basic Book, Inc.
- Smit, Patly Temeton. (1994 , January). Effect on student Attitude and Achievement. *Dissertation Abstract Internation*. 54(7): 2528 – 17.
- Sund,Robert, B.; & Leslie, W. Trowbrige. (1976). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School Second*. Columbus: Chares E. Merril Publishing Company.
- Vivas, David A. (1985, September). The design and Evolution of a Courses in Thinking Operations for First Grades in Venezuela (Cognitive, Elementary Learning). *Dissertation Abstracts International*. 46(3): 603 – A.
- Wilson, Cynthia Lovise. (1989, August). *An Analysis of a Direct Instruction Program in Teaching Word Problem-Solving to Learning Disabled Students*. *Dissertation Abstracts International*. 50(2): 416.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นางประภัสสร อยู่ยงค์

ครู คศ. 2 โรงเรียนบ้านบางกะปิ
สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

นางสาวอัญชลี สมใจ

ครู คศ. 1 โรงเรียนบ้านบางกะปิ
สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

นายอัครเดช จำนงค์ธรรม

ครู คศ. 1 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์
สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย

นางสาวนัยนา ไชยรัตน์

สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุดิมา วัฒนะกิจิรี

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ)

ตำแหน่ง วุฒิการศึกษา

สถานที่ทำงาน

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อหรือนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมและเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลังเรียนแล้วผู้เรียนต้องเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลได้โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ชื่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม จุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาสาระน่ารู้ อุปกรณ์ คำถามท้ายกิจกรรม คำเฉลยคำถามท้ายกิจกรรม สถานการณ์น่าคิด เป็นส่วนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 4 ชุดกิจกรรม คือ

ชุดที่ 1 ระบบนิเวศน้ำ

ชุดที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ชุดที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

ชุดที่ 4 วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ดังกล่าว โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- | | | |
|----|---------|-------------|
| +1 | หมายถึง | สอดคล้อง |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจ |
| -1 | หมายถึง | ไม่สอดคล้อง |

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมรวมทั้งวิจารณ์ สำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดไว้ ดังนี้

- +1 หมายถึง สอดคล้อง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. ด้านเนื้อหา				
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์				
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด				
1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน				
1.4 เนื้อหามีความถูกต้องครบถ้วน				
2. ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี				
2.1 กิจกรรม				
1. มีความยาก-ง่ายพอเหมาะ				
2. เหมาะสมกับเวลาที่ใช้				
3. เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม				
4. ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น				
5. ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี				
6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน				
7. ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม				
2.2 คำถามท้ายกิจกรรม				
1. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2. คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม				
3. จำนวนข้อคำถามเหมาะสม				

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
4. ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม				
5. คำถามส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การปรับปรุงผลงานตนเอง				
6. ส่งเสริมความคิดอย่างมีเหตุผลในการทำกิจกรรม				
7. ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาและการนำไปใช้				
3. ด้านการใช้ภาษาและตัวอักษร				
3.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง				
3.2 ภาษามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน				
3.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร				
3.4 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร				
4. ภาพประกอบ				
4.1 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา				
4.2 ภาพประกอบสามารถดึงดูดใจผู้เรียน				
4.3 ภาพประกอบมีความสวยงาม				
5. ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยรวม				

ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย

นางสาวนัยนา ไชยรัตน์
 สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุดิมา วัฒนะศิริ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ)
 ตำแหน่ง วุฒิการศึกษา
 สถานที่ทำงาน

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ มี 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 แบบปรนัย 5 ตัวเลือก ฉบับที่ 2 เป็นแบบอัตนัย ประเภทเขียนตอบ

ฉบับที่ 1 มีข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ จำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังนี้

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| 1.1 ด้านความรู้ความจำ | จำนวน 10 ข้อ |
| 1.2 ด้านความเข้าใจ | จำนวน 10 ข้อ |
| 1.3 ด้านการนำไปใช้ | จำนวน 10 ข้อ |
| 1.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | จำนวน 10 ข้อ |

ฉบับที่ 2 มีจำนวน 4 ข้อ

โดยแบ่งเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 5 ระดับ คือ 4, 3, 2, 1, 0

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยต่อการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรมแต่ละด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วในเรื่องระบบนิเวศ
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ ตีความ และแปลความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศ

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศ โดยผ่านการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้ อย่างเหมาะสม ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

ข้อที่	ความชัดเจนของ ข้อความ			ความเหมาะสม ของตัวเลือก			ความสอดคล้องกับ จุดประสงค์ของกิจกรรม			ความสอดคล้องของ พฤติกรรมที่ต้องการวัด		
	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (แบบอัตนัย)

คำชี้แจง : โปรดพิจารณาและประเมินรายการแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความชัดเจนในข้อคำถาม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความเหมาะสมกับระดับนักเรียนโดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดไว้ดังนี้

- +1 หมายถึง เห็นด้วย
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
 -1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ข้อที่	ความชัดเจนของ ข้อคำถาม			ความเหมาะสม ของตัวเลือก			ความสอดคล้องกับ จุดประสงค์ของกิจกรรม			ความสอดคล้องของ พฤติกรรมที่ต้องการวัด		
	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1
1												
2												
3												
4												

ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
 (.....)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย

นางสาวนัยนา ไชยรัตน์
 สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะศิริ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ)

ตำแหน่ง วุฒิการศึกษา

สถานที่ทำงาน

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล แบบอัตนัย ในด้านลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสมกับระดับนักเรียน การสื่อความหมายของรูปภาพ มีจำนวน 10 สถานการณ์ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการทดลอง

โดยแบ่งเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 5 ระดับ คือ 4, 3, 2, 1, 0

4	หมายถึง	ปฏิบัติได้ครบ 4 ขั้นตอน
3	หมายถึง	ปฏิบัติได้ 3 ขั้นตอน
2	หมายถึง	ปฏิบัติได้ 2 ขั้นตอน
1	หมายถึง	ปฏิบัติได้ 1 ขั้นตอน
0	หมายถึง	ปฏิบัติไม่ได้เลย

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล แบบอัตนัย ในด้านลักษณะการใช้
คำถามเหมาะสม ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสมกับระดับนักเรียน การสื่อความหมายของ
รูปภาพ มีจำนวน 10 สถานการณ์ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยขอความกรุณาเขียน
เครื่องหมาย / ลงในระดับความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดไว้ดังนี้

- +1 หมายถึง เห็นด้วย
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

สถานการณ์	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				
2	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				
3	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				

สถานการณ์	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
4	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				
5	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				
6	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				
7	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				
8	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				
9	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				
10	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ				

ภาคผนวก ค

- ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ตาราง 5 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.4 เนื้อหา มีความถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00
2. ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
2.1 กิจกรรม					
1. มีความยาก-ง่ายพอเหมาะ	+1	+1	+1	3	1.00
2. เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	+1	+1	+1	3	1.00
3. เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
4. ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	+1	+1	+1	3	1.00
5. ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ					
เทคโนโลยี	+1	+1	+1	3	1.00
6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	+1	+1	+1	3	1.00
7. ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 คำถามท้ายกิจกรรม					
1. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
2. คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
3. จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
4. ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
5. คำถามส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การปรับปรุง					
ผลงานตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00
6. ส่งเสริมความคิดอย่างมีเหตุผลในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
7. ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาและการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
3. ด้านการใช้ภาษาและตัวอักษร					
3.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2 ภาษามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
3.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	+1	+1	+1	3	1.00
3.4 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	+1	+1	+1	3	1.00
4. ภาพประกอบ					
4.1 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
4.2 ภาพประกอบสามารถดึงดูดใจผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
4.3 ภาพประกอบมีความสวยงาม	+1	+1	+1	3	1.00
5. ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยรวม	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 6 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.4 เนื้อหา มีความถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00
2. ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
2.1 กิจกรรม					
1. มีความยาก-ง่ายพอเหมาะ	+1	+1	+1	3	1.00
2. เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	+1	+1	+1	3	1.00
3. เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
4. ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	+1	+1	+1	3	1.00
5. ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ					
เทคโนโลยี	+1	+1	+1	3	1.00
6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	+1	+1	+1	3	1.00
7. ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 คำถามท้ายกิจกรรม					
1. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
2. คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
3. จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
4. ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
5. คำถามส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การปรับปรุง					
ผลงานตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00
6. ส่งเสริมความคิดอย่างมีเหตุผลในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
7. ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาและการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
3. ด้านการใช้ภาษาและตัวอักษร					
3.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2 ภาษามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
3.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	+1	+1	+1	3	1.00
3.4 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	+1	+1	+1	3	1.00
4. ภาพประกอบ					
4.1 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
4.2 ภาพประกอบสามารถดึงดูดใจผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
4.3 ภาพประกอบมีความสวยงาม	+1	+1	+1	3	1.00
5. ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยรวม	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 7 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.4 เนื้อหามีความถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00
2. ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
2.1 กิจกรรม					
1. มีความยาก-ง่ายพอเหมาะ	+1	+1	+1	3	1.00
2. เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	+1	+1	+1	3	1.00
3. เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
4. ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	+1	+1	+1	3	1.00
5. ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ					
เทคโนโลยี	+1	+1	+1	3	1.00
6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	+1	+1	+1	3	1.00
7. ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 คำถามท้ายกิจกรรม					
1. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
2. คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
3. จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
4. ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
5. คำถามส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การปรับปรุง					
ผลงานตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00
6. ส่งเสริมความคิดอย่างมีเหตุผลในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
7. ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาและการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
3. ด้านการใช้ภาษาและตัวอักษร					
3.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2 ภาษามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
3.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	+1	+1	+1	3	1.00
3.4 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	+1	+1	+1	3	1.00
4. ภาพประกอบ					
4.1 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
4.2 ภาพประกอบสามารถดึงดูดใจผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
4.3 ภาพประกอบมีความสวยงาม	+1	+1	+1	3	1.00
5. ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยรวม	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 8 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 4

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.4 เนื้อหา มีความถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00
2. ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
2.1 กิจกรรม					
1. มีความยาก-ง่ายพอเหมาะ	+1	+1	+1	3	1.00
2. เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	+1	+1	+1	3	1.00
3. เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
4. ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	+1	+1	+1	3	1.00
5. ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ					
เทคโนโลยี	+1	+1	+1	3	1.00
6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	+1	+1	+1	3	1.00
7. ส่งเสริมให้แต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 คำถามท้ายกิจกรรม					
1. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
2. คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
3. จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
4. ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
5. คำถามส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การปรับปรุง					
ผลงานตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00
6. ส่งเสริมความคิดอย่างมีเหตุผลในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
7. ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาและการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
3. ด้านการใช้ภาษาและตัวอักษร					
3.1 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2 ภาษามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
3.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	+1	+1	+1	3	1.00
3.4 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	+1	+1	+1	3	1.00
4. ภาพประกอบ					
4.1 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
4.2 ภาพประกอบสามารถดึงดูดใจผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
4.3 ภาพประกอบมีความสวยงาม	+1	+1	+1	3	1.00
5. ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยรวม	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ (แบบปรนัย)

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

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ค่าเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบอัตนัย)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
1	+1	+1	0	2	0.67
2	+1	+1	+1	3	1.00
3	+1	+1	+1	3	1.00
4	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ค่าเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
คิดอย่างมีเหตุผล (แบบอัตนัย)

สถานการณ์	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
		1	2	3		
1	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00
2	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00
3	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00
4	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00
5	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00
6	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 11 (ต่อ)

สถานการณ์	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
		1	2	3		
7	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00
8	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00
9	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00
10	1. มีลักษณะการใช้คำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
	2. มีความถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. การสื่อความหมายของรูปภาพ	+1	+1	+1	3	1.00

ภาคผนวก ง

- ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
- ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบปรนัย)

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.54	0.35	21	0.57	0.81
2	0.74	0.30	22	0.51	0.42
3	0.60	0.21	23	0.57	0.25
4	0.60	0.32	24	0.60	0.25
5	0.49	0.51	25	0.71	0.50
6	0.49	0.58	26	0.63	0.56
7	0.49	0.40	27	0.43	0.31
8	0.49	0.44	28	0.60	0.51
9	0.63	0.43	29	0.49	0.44
10	0.71	0.31	30	0.57	0.25
11	0.63	0.27	31	0.60	0.28
12	0.54	0.33	32	0.63	0.38
13	0.77	0.25	33	0.46	0.43
14	0.49	0.30	34	0.49	0.41
15	0.40	0.28	35	0.60	0.32
16	0.71	0.75	36	0.49	0.37
17	0.63	0.47	37	0.60	0.48
18	0.63	0.30	38	0.54	0.40
19	0.66	0.32	39	0.74	0.60
20	0.77	0.31	40	0.66	0.62

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบปรนัย)
มีค่าเท่ากับ 0.89

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบอัตนัย)

ข้อที่	p	r
1	0.56	0.72
2	0.67	0.67
3	0.44	0.56
4	0.61	0.78

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (แบบอัตนัย)
มีค่าเท่ากับ 0.72

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.69	0.63	21	0.53	0.25
2	.088	0.25	22	0.94	0.25
3	0.69	0.38	23	0.31	0.25
4	0.88	0.25	24	0.81	0.38
5	0.88	0.25	25	0.69	0.23
6	0.88	0.25	26	0.81	0.38
7	0.94	0.25	27	0.75	0.50
8	0.44	0.25	28	0.81	0.38
9	0.34	0.63	29	0.88	0.25
10	0.81	0.38	30	0.88	0.25
11	0.81	0.38	31	0.94	0.23
12	0.94	0.23	32	0.88	0.25
13	0.94	0.25	33	0.69	0.25
14	0.94	0.25	34	0.69	0.25
15	0.88	0.25	35	0.88	0.25
16	0.94	0.15	36	0.81	0.38
17	0.63	0.25	37	0.81	0.25
18	0.63	0.25	38	0.94	0.38
19	0.81	0.38	39	0.81	0.25
20	0.81	0.25	40	0.75	0.25

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีค่าเท่ากับ 0.70

ตาราง 15 ค่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

คะแนนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์							
ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3		ชุดที่ 4	
E_1	E_2	E_1	E_2	E_1	E_2	E_1	E_2
80.29	81.40	83.59	86.75	80.00	82.08	81.80	85.89

ภาคผนวก จ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
- คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ตาราง 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

คนที่	Pre-test (50 คะแนน)	Post-test (50 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
1	16	29	13	169
2	23	40	17	289
3	22	37	15	225
4	19	34	15	225
5	24	26	2	4
6	23	38	15	225
7	15	28	13	169
8	14	29	15	225
9	14	28	14	196
10	20	34	14	196
11	28	43	15	225
12	19	34	15	225
13	29	40	11	121
14	28	38	10	100
15	21	37	16	256
16	25	27	2	4
17	17	28	11	121
18	17	31	14	196
19	24	38	14	196
20	21	37	16	256
21	16	28	12	144
22	19	25	6	36
23	13	29	16	256
24	20	34	14	196
25	19	28	9	81

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	Pre-test (50 คะแนน)	Post-test (50 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
26	18	27	9	81
27	23	23	10	100
28	32	35	3	9
29	23	25	2	4
30	18	20	2	4
31	18	29	11	121
32	20	29	9	81
33	24	33	9	81
34	22	38	16	256
35	25	35	10	100
Σ	729	1114	395	5173

$$t = 14.56$$

ตาราง 17 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

คนที่	Pre-test (40 คะแนน)	Post-test (40 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
1	25	36	11	121
2	30	40	10	100
3	30	40	10	100
4	25	36	11	121
5	30	40	10	100
6	30	40	10	100
7	22	37	15	225
8	23	38	15	225
9	25	36	11	121
10	20	36	16	256
11	23	38	15	225
12	25	34	9	81
13	32	40	8	64
14	30	40	10	100
15	25	38	13	169
16	30	40	10	100
17	25	36	11	121
18	23	36	13	169
19	26	36	10	100
20	32	35	3	9
21	36	40	4	16
22	29	40	11	121
23	32	40	8	64
24	28	40	12	144
25	29	40	11	121

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	Pre-test (40 คะแนน)	Post-test (40 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
26	34	40	6	36
27	35	40	5	25
28	36	40	4	16
29	31	40	9	81
30	27	38	11	121
31	36	36	4	16
32	30	30	10	100
33	32	32	8	64
34	26	26	13	169
35	30	30	10	100
Σ	1002	1349	347	3792

$$t = 18.23$$

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
- ตัวอย่างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

1. ข้อใดคือระบบนิเวศ (ความรู้ - ความจำ)
 - ก. กลุ่มสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่
 - ข. กลุ่มผู้บริโภคกับแหล่งที่อยู่
 - ค. กลุ่มผู้ผลิตกับแหล่งที่อยู่
 - ง. กลุ่มผู้ย่อยสลายกับแหล่งที่อยู่
 - จ. กลุ่มผู้บริโภค ผู้ผลิต และผู้ย่อยสลาย

2. ระบบนิเวศในธรรมชาติดำรงอยู่ได้เพราะเหตุใด (ความเข้าใจ)
 - ก. มีสายใยอาหารระหว่างห่วงโซ่อาหาร
 - ข. มีความสมดุลระหว่างการหมุนเวียนของสารและการถ่ายทอดพลังงาน
 - ค. ประกอบด้วยผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย
 - ง. ไม่มีมลพิษใดๆเกิดขึ้นในธรรมชาติ
 - จ. มีปัจจัยทางชีวภาพและกายภาพที่เหมาะสม

3. วิธีที่ดีที่สุดที่นักเรียนจะช่วยให้ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นได้น้อยที่สุด คือข้อใด (การนำไปใช้)
 - ก. ลดการใช้เชื้อเพลิงให้น้อยลง
 - ข. ปลูกผักสวนครัว
 - ค. ดูรายการโทรทัศน์ให้น้อยลง
 - ง. งดเดินในห้างสรรพสินค้า
 - จ. เผาขยะในที่โล่งแจ้ง

4. พืชที่ขึ้นในน้ำมักมีใบใหญ่ ส่วนพืชที่เกิดในที่แห้งมักมีใบเล็ก ทั้งนี้เพราะเหตุใด (ทักษะกระบวนการ - การตั้งสมมติฐาน)
 - ก. ต้องปรับตัวให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม
 - ข. เป็นลักษณะชนิดหนึ่งของพืชนั้นๆ
 - ค. สัตว์น้ำใช้ใบพืชเป็นที่อยู่อาศัย
 - ง. ความกดดันในน้ำมีมากกว่าบนพื้นดิน
 - จ. ในน้ำมีสารอาหารมากกว่าบนพื้นดิน

5. ความสัมพันธ์ในแง่ใดมีมากที่สุดของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกัน (ความเข้าใจ)

- ก. เป็นผู้ผลิตเหมือนกัน
- ข. เป็นผู้บริโภคเหมือนกัน
- ค. การถ่ายทอดพลังงาน
- ง. เป็นสิ่งมีชีวิตเหมือนกัน
- จ. อยู่ในระบบนิเวศเดียวกัน

6. ถ้ากลุ่มผู้บริโภคตายหมด อะไรจะเกิดขึ้นกับระบบนิเวศ (ความเข้าใจ)

- ก. ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในระบบนิเวศ
- ข. ไม่มีอินทรีย์สารสำหรับสิ่งมีชีวิต
- ค. สิ่งมีชีวิตสร้างอาหารไม่ได้จะตายทันที
- ง. สิ่งมีชีวิตพวกสร้างอาหารเองได้จะมีชีวิตอยู่ได้ระยะหนึ่ง
- จ. สิ่งมีชีวิตพวกสร้างอาหารเองไม่ได้จะอยู่ตามปกติ

7. ราวตามผิวหน้าต่างเป็นการอยู่ร่วมกันแบบใด (ความรู้-ความจำ)

- ก. ภาวะที่ต้องพึ่งพากันและกัน
- ข. ภาวะการล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะของการสร้างสารปฏิชีวนะ
- ง. ภาวะแห่งการเกื้อกูล
- จ. ภาวะปรสิต

8. ไส้คน เป็นการใช้ร่วมกันแบบใด (ความรู้-ความจำ)

- ก. ภาวะที่ต้องพึ่งพากันและกัน
- ข. ภาวะการล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะของการสร้างสารปฏิชีวนะ
- ง. ภาวะแห่งการเกื้อกูล
- จ. ภาวะปรสิต

9. ความหมายของปรตฺติซฺโถใดไม่เป็นจริง (ความเข้าใจ)

- ก. อาจเป็นสัตว์หรือพืชก็ได้
- ข. ติดอยู่กับผู้ถูกอาศัย
- ค. เป็นได้เฉพาะสัตว์เท่านั้น
- ง. เป็นอันตรายต่อผู้ถูกอาศัย
- จ. แย่งอาหารจากผู้ถูกอาศัย

10. ข้อใดแสดงตัวอย่างของผู้บริโภคลำดับแรกอย่างชัดเจนที่สุด (ความเข้าใจ)

- ก. นกกินปลา
- ข. กบกินแมลง
- ค. กระจ่ายกินผัก
- ง. เห็ดบนขอนไม้
- จ. เสือกินเนื้อ

11. ข้อใดเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดเป็นผู้บริโภคประเภทเดียวกัน (ความเข้าใจ)

- ก. วานกาบหอยแครง ดิ้นหม้อข้างหม้อแกงลิง หยาดน้ำค้าง
- ข. แมว สุนัข ช้าง
- ค. งู เสือ คางคก
- ง. นก ปลา แมลง
- จ. เห็ด แมลง กบ

12. ความสัมพันธ์ในข้อใดที่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ (ความรู้-ความจำ)

- ก. ดอกไม้กับผึ้ง
- ข. พืชต่างกับต้นไม้ใหญ่
- ค. มดกับเพลี้ย
- ง. พยาธิในลำไส้สัตว์
- จ. งูกับกบ

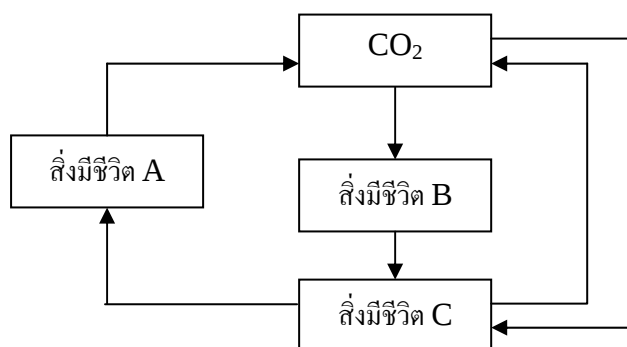
13. ถ้านักเรียนย้ายสุนัขไว้ที่บ้าน นักเรียนและสุนัขมีความสัมพันธ์กันแบบใด (ความเข้าใจ)
- ภาวะเกื้อกูลกัน
 - ภาวะปรสิต
 - ภาวะล่าเหยื่อ
 - ภาวะที่ต้องพึ่งพากัน
 - ภาวะแบบได้ประโยชน์ร่วมกัน
14. คุณสมบัติสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้ผลิตของระบบนิเวศ คือข้อใด (ความรู้-ความจำ)
- มีสีเขียว
 - สร้างอาหารเองได้
 - สังเคราะห์ด้วยแสงได้
 - เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีได้
 - เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานแสงได้
15. โพรโทซัวในลำไส้ปลวกมีความสัมพันธ์แบบเดียวกันกับข้อใด (ความรู้-ความจำ)
- รากกับสาหร่าย
 - พยาธิใบไม้ในตับ
 - งูกับกบ
 - เห็ดบนขอนไม้
 - หนอนผีเสื้อกับต้นไม้มะยม
16. ได้ขอนไม้ที่มีมดดำ มดแดง ปลวก กิ้งกือ ไส้เดือนดิน และเห็ดรา จำนวนมาก ขอนไม้ที่จัดอยู่ในข้อใด (ความเข้าใจ)
- แหล่งที่อยู่
 - ประชากร
 - กลุ่มสิ่งมีชีวิต
 - ระบบนิเวศ
 - ผู้ถูกอาศัย

17. ข้อใดจัดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต (ความรู้-ความจำ)
- ก. นกนางแอ่นในถ้ำ
 - ข. ฝูงปลาในทะเล
 - ค. ปลาและปูในนาข้าว
 - ง. โค 8 ตัวในทุ่งนา
 - จ. ฝูงแมลงในสวนผัก
18. ระบบนิเวศที่ช่วยรักษาอุณหภูมิของโลกที่สำคัญที่สุดคืออะไร (ความเข้าใจ)
- ก. ทะเล
 - ข. ชุมชนเมือง
 - ค. พื้นแผ่นดิน
 - ง. ป่าไม้
 - จ. ทะเลทราย
19. องค์ประกอบของระบบนิเวศคือข้อใด (ความรู้-ความจำ)
- ก. กลุ่มสิ่งมีชีวิตและแหล่งที่อยู่
 - ข. สิ่งมีชีวิตเดียวกัน
 - ค. สัตว์และพืช
 - ง. เหยื่อและผู้ล่า
 - จ. ผู้ผลิตและผู้บริโภค
20. ระบบนิเวศใดที่มนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (ความเข้าใจ)
- ก. ระบบนิเวศทะเล
 - ข. ระบบนิเวศในบึง
 - ค. ระบบนิเวศชุมชนเมือง
 - ง. ระบบนิเวศป่าชายเลน
 - จ. ระบบนิเวศทะเลทราย

21. ข้อใดแสดงปริมาณพลังงานของการกินอาหารในแต่ละระดับของผู้ผลิตและผู้บริโภคในระบบนิเวศ (ความรู้ - ความจำ)

- ก. ห่วงโซ่อาหาร
- ข. พีระมิดอาหาร
- ค. สายใยอาหาร
- ง. วัฏจักรของสาร
- จ. การเปลี่ยนแปลงและการแทนที่

22. สิ่งมีชีวิต C หมายถึงข้อใด (ความรู้-ความจำ)



- ก. ผู้ผลิต
- ข. ผู้บริโภค
- ค. ผู้ล่า
- ง. เหยื่อ
- จ. ผู้ย่อยสลาย

23. เพราะเหตุใดจึงตั้งตู้เลี้ยงปลาไว้ริมหน้าต่าง และปลูกต้นไม้ในตู้ด้วย (การนำไปใช้)

- ก. ทำให้ตู้เลี้ยงปลาสวยเหมือนธรรมชาติ
- ข. ทำให้ตู้ปลาได้รับแสงและให้ต้นไม้เป็นที่ยึดของปลา
- ค. เมื่อพืชสังเคราะห์แสงจะให้ออกซิเจนแก่ปลา
- ง. พืชจะได้ CO₂ ที่ปลาหายใจออกมาเพื่อสังเคราะห์แสง
- จ. ปลาและพืชจะแลกเปลี่ยน O₂ และ CO₂ ซึ่งกันและกัน

24. ในการสำรวจป่าชายเลนแห่งหนึ่ง พบพืชประเภทโกงกาง แสม เสม็ด ลำพู ขึ้นปะปนกัน ส่วนในร่องน้ำและพื้นดินโคลนมีลูกปลา หอย ปู ก้ามกาม กระจายอยู่ทั่วไป การศึกษาต่อมาพบว่าหอยกินใบไม้ที่ร่วงเป็นอาหาร ส่วนปู ก้ามกามกินหอย และลูกปลา ข้อมูลที่ได้นี้เป็นการศึกษาในเรื่องใด (ทักษะกระบวนการ – การลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. ห่วงโซ่อาหาร
- ข. กลุ่มสิ่งมีชีวิต
- ค. แหล่งที่อยู่
- ง. ระบบนิเวศ
- จ. สายใยอาหาร

25. ข้อใดแสดงลักษณะของสมคูลธรรมชาติดีเด่นชัดที่สุด (ทักษะกระบวนการ – การลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. คูเลี้ยงปลาที่บ้าน มีผักบุ้ง ปลาเงินปลาทอง และเด็กๆจะให้ลูกน้ำเป็นอาหารทุกวัน
- ข. บ่อในสวนค่อยๆ ตื้นเขิน เพราะดินพังทลายทับถมลงไปเรื่อยๆ และเมื่อเร็วๆ นี้เริ่มมีกก หญ้า ขึ้นประปราย
- ค. จำนวนพืช สัตว์ในสวนหลังบ้านมีจำนวนค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักมาเป็นเวลา นานแล้ว
- ง. ผักสวนครัวที่ปลูกไว้มีหนอนมากัดทำลายเสียหายมากต้องใช้ยาฆ่าแมลงมาฉีด จึงค่อยทุเลาลงบ้าง
- จ. สวนดอกไม้ที่ปลูกไว้มีผีเสื้อบินมาดูดน้ำหวานทุกวันและยังวางไข่ไว้จำนวนมาก

26. ข้อใดเป็นการรักษาระบบนิเวศในน้ำที่เหมาะสมที่สุด (การนำไปใช้)

- 1) ทำเขื่อนเก็บกักน้ำ
- 2) สงวนรักษาป่าไม้
- 3) การป้องกันไฟไหม้ป่า
- 4) การจัดระบบชลประทานที่ดี
- ก. 1, 2
- ข. 1, 4
- ค. 2, 3
- ง. 2, 4
- จ. 1, 3

27. ข้อใดที่มีผลทำให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น (การนำไปใช้)

- 1) บรรยากาศชั้นโอโซนถูกทำลาย
- 2) เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
- 3) มีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศมาก
- 4) มีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ในบรรยากาศมาก

ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 4

ง. 2, 3 และ 4

จ. 1, 2, 3 และ 4

28. ชาวไร่ข้าวโพด พยายามแมลงสารเคมีบ่อยๆ ตักแต่น้ำทั้งกาในใบข้าวโพด นกกางเขนกิน ตักแต่น้ำถึงกินนางเขน ท่านคิดว่ายาฆ่าแมลงจะสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตใดสูงสุด

(ทักษะกระบวนการ – การตั้งสมมติฐาน)

ก. ต้นข้าวโพด

ข. ตักแต่น้ำทั้งกา

ค. นกกางเขน

ง. งูสิง

จ. ชาวไร่

29. ป่าไม้และสาหร่ายทะเล สามารถดูดซับก๊าซอะไรที่ก่อปัญหาสภาวะเรือนกระจก (Green house Effect) แก่ บรรยากาศของโลกได้อย่างมหาศาล (การนำไปใช้)

ก. โอโซน

ข. ออกซิเจน

ค. ไนโตรเจน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

จ. คลอโรฟลูออโรคาร์บอน

30. ในป่าดงดิบ มักไม่พบหญ้าหรือพุ่มไม้ขนาดเล็กๆ เจริญอยู่ได้ต้นไม้ใหญ่ นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของหญ้าและพุ่มไม้เหล่านั้น (การนำไปใช้)

- ก. น้ำในดิน
- ข. อากาศ
- ค. อุณหภูมิ
- ง. แสงสว่าง
- จ. ความชื้นในอากาศ

31. สาหร่ายที่เลี้ยงไว้กับปลาหางนกยูงในกล่องพลาสติก จะมีชีวิตอยู่ได้หลายวัน สาหร่ายได้รับประโยชน์จากปลาหางนกยูงในด้านใด (ทักษะกระบวนการ-การสังเกต)

- ก. ได้น้ำ
- ข. ได้เกลือแร่
- ค. ได้ไนโตรเจน
- ง. ได้ออกซิเจน
- จ. ได้คาร์บอนไดออกไซด์

32. ถ้าปลูกข้าวให้อยู่ในกระป๋องเดียวกันอย่างหนาแน่น ลำต้นส่วนใหญ่จะสูงชะลูดมากกว่าต้นข้าวที่ปลูกอยู่ในกระป๋องที่ไม่หนาแน่นมากนัก เหตุผลที่เป็นไปได้มากที่สุดเกี่ยวกับข้อเท็จจริงดังกล่าวข้อใดถูกต้อง (ทักษะกระบวนการ-ตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล)

- ก. พืชแต่ละต้นแย่งเนื้อที่ในการเจริญเติบโต
- ข. พืชแต่ละต้นมีการแข่งขันกันเพื่อแย่งอากาศหายใจ
- ค. พืชที่อยู่กันหนาแน่นมีการแข่งขันเพื่อให้ได้รับแสงสว่างเต็มที่
- ง. พืชที่อยู่กันอย่างหนาแน่นมากๆจะมีการปรับตัวให้มีความสูงไล่เลี่ยกัน
- จ. พืชที่อยู่กันอย่างหนาแน่น จะเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่อยู่กันอย่างไม่หนาแน่น

33. ต้นกล้วยในกระป๋องที่ได้รับแสง ใบและลำต้นจะมีสีเขียว ส่วนต้นกล้วยในกระป๋องที่ไม่ถูกแสงจะมีลักษณะและสีใบซีด ข้อเท็จจริงนี้เป็นสิ่งที่ยืนยันถึงคำตอบในข้อใด (ทักษะกระบวนการ – ดีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล)

- ก. พืชสังเคราะห์แสงได้เมื่อรับแสงเท่านั้น
- ข. แสงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช
- ค. ลำต้น และใบของพืชจะมีสีเขียวตามธรรมชาติ
- ง. ลำต้นและใบของพืชที่มีสีเขียวเนื่องจากเมล็ดไม่สมบูรณ์
- จ. แสงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างหนึ่งในการสร้างสารคลอโรฟิลล์ของพืช

34. ในการช่วยกันอนุรักษ์ระบบนิเวศในน้ำไม่ให้เสีย ข้อใดได้ผลดีที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. ใช้ผงซักฟอกให้น้อยลง
- ข. ปรับเงินผู้ทิ้งขยะลงในแม่น้ำ
- ค. เต็มออกซิเจนโดยให้เรือหางยาววิ่งในน้ำ
- ง. นำจอก แหน มาปลูกเพิ่มเพื่อพามแร่ธาตุให้สัตว์น้ำ
- จ. กำจัดมลพิษของน้ำทิ้งจากบ้านเรือนก่อนระบายลงแม่น้ำ

35. นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร จึงจะช่วยดูแลรักษาอากาศในการจราจรที่ติดขัดบนถนน (การนำไปใช้)

- ก. ดัดเครื่องปรับอากาศในรถยนต์
- ข. ใช้น้ำมันที่ผสมด้วยแอลกอฮอล์
- ค. ห้ามรถบรรทุกวิ่งในเวลาวัน
- ง. ให้มีการตรวจจ๊อบรถที่ปล่อยควันดำ
- จ. ใช้ผ้าปิดจมูกเพื่อป้องกันฝุ่นละอองและควันดำ

36. การใช้ยาฆ่าแมลงปราบศัตรูพืช เป็นการฆ่าคน โดยทางอ้อม และฆ่าจุลินทรีย์ได้เดือนดิน ผู้ที่มีความรู้เรื่องอันตรายจากสารพิษจะเลือกใช้สิ่งใดแทนยาฆ่าแมลงดังกล่าว (การนำไปใช้)

- ก. น้ำสกัดจากข่า
- ข. น้ำสกัดจากตะไคร้หอม
- ค. น้ำสกัดจากใบยี่ห่ลัก
- ง. น้ำสกัดจากใบฝรั่ง
- จ. น้ำสกัดจากใบสะเดา

37. การที่เราพยายามหยุดยั้งการใช้โฟมในกิจกรรมต่างๆ เพราะเกิดผลในข้อใดตามมาเป็นสำคัญอันดับแรก (การนำไปใช้)

- ก. ชั้นโอโซนถูกทำลาย
- ข. การย่อยสลายเป็นได้ยาก
- ค. ทำให้ระดับน้ำในโลกลูสูงขึ้น
- ง. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น
- จ. ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

38. ถ้าต้องการศึกษาว่า แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วหรือไม่ จะต้องออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะกระบวนการ – การทดลอง)

- ก. ปลุกต้นถั่วแยกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งให้รับแสง อีกชุดหนึ่งให้ขาดแสงนอกจากนั้นให้ปัจจัยอื่นๆ เหมือนกันหมด
- ข. ปลุกต้นถั่วเขียว และถั่วแดง แยกเป็น 2 ชุด ต่างไม่ได้รับแสงเหมือนกันแล้วเปรียบเทียบการเจริญเติบโต
- ค. ปลุกต้นถั่วแยกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งให้แสงและน้ำ อีกชุดหนึ่งไม่ให้ทั้งแสงและน้ำ แล้วเปรียบเทียบการเจริญเติบโต
- ง. ปลุกต้นถั่วเขียวและถั่วฝักยาว แยกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งให้แสง อีกชุดหนึ่งไม่ให้แสง แล้วเปรียบเทียบผลการทดลอง
- จ. ปลุกต้นถั่วเขียวและถั่วฝักยาว แยกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งให้แสง อีกชุดหนึ่งให้น้ำ แล้วเปรียบเทียบผลการทดลอง

39. ถ้าต้องการตรวจสอบความเป็นกรดเบสของสารละลายไม่มีสี แต่ไม่มีกระดาษลิตมัสจะใช้สิ่งใดเป็นสิ่งที่ทดแทนได้ (ทักษะกระบวนการ – การทดลอง)

- ก. ดอกอัญชัน
- ข. ดอกกุหลาบ
- ค. ดอกกล้วยไม้
- ง. ดอกลิ้นทม
- จ. ดอกบานไม่รู้โรย

40. ข้อใดเป็นปัจจัยทางชีวภาพต่อสิ่งมีชีวิต (ทักษะกระบวนการ- การสังเกต)

- ก. กบจำศีลในฤดูหนาว
- ข. กวางหนีเสือมาอยู่บริเวณหุบเขา
- ค. หญ้าจะมีเห้ง้าเมื่อสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม
- ง. สุนัขล่าเนื้อในเขตหนาวจะมีขนปกคลุมกว่าในเขตร้อน
- จ. นกเป็ดน้ำอพยพจากไซบีเรียมายังประเทศไทยเมื่อถึงฤดูหนาว

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

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

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ
2. แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย มีจำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนเขียนตอบข้อสอบทุกข้อพร้อมอธิบายอย่างละเอียด

ข้อ 1 นักเรียนยกตัวอย่างวิธีรักษาสมดุลของระบบนิเวศอย่างน้อย 3 วิธี (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 2 นักเรียนคิดว่าเป็นการเหมาะสมหรือไม่ ถ้าเรานำลูกสัตว์ป่ามาช่วยเหลือเงินโต แล้วจึงปล่อยเข้าป่าให้อยู่อย่างอิสระตามเดิม อธิบายเหตุผลประกอบอย่างน้อย 3 ข้อ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

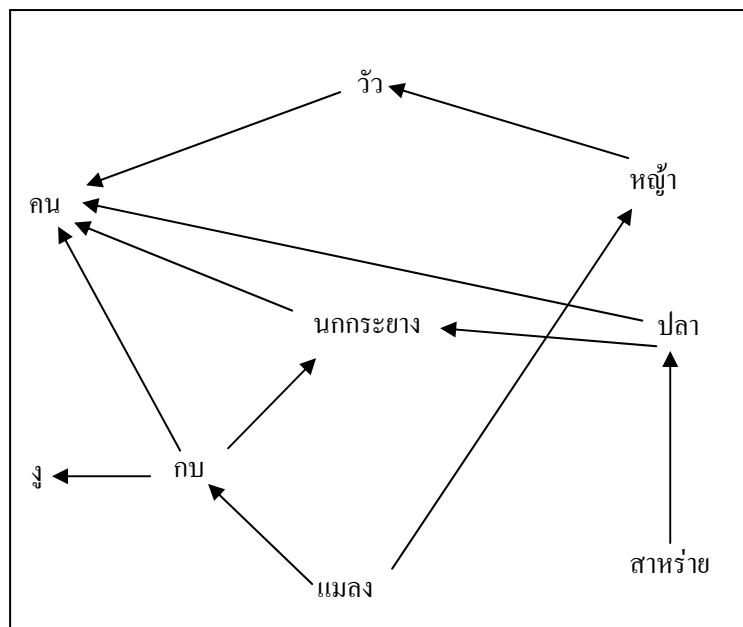
.....

.....

.....

.....

ข้อ 3 ในระบบนิเวศแห่งหนึ่งมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดอยู่ร่วมกัน เมื่อนำมาเขียนแผนผังแสดงสายใยอาหารได้แผนผัง ดังนี้



ถ้ากบเป็นอาหารที่คนชอบมากและถูกจับกินจนสูญพันธุ์ไปจากระบบนิเวศแห่งนี้ นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตใดจะกระทบกระเทือนมากที่สุดและเกิดผลอย่างไรบ้าง (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 4 การหมุนเวียนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์ต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย (2 คะแนน)

.....

.....

.....

เกณฑ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง ระบบนิเวศ

เฉลย ข้อที่ 1

วิธีรักษาสมดุลของระบบนิเวศ

1. ใช้ทรัพยากรอย่างฉลาด
2. ไม่ทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลลงในแม่น้ำลำคลอง
3. อนุรักษ์ดิน และต้นไม้บริเวณต้นน้ำ ลำธาร
4. ประชาสัมพันธ์ ให้ความรู้ ความสำคัญและการอนุรักษ์รักษาสมดุลของระบบนิเวศ

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน

- 3 คะแนน เมื่อนักเรียน บอกวิธีการอนุรักษ์รักษาสมดุลของระบบนิเวศได้ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป
- 2 คะแนน เมื่อนักเรียน บอกวิธีการอนุรักษ์รักษาสมดุลของระบบนิเวศได้ 2 ข้อ
- 1 คะแนน เมื่อนักเรียน บอกวิธีการอนุรักษ์รักษาสมดุลของระบบนิเวศได้ 1 ข้อ
- 0 คะแนน เมื่อนักเรียน ไม่สามารถบอกวิธีการอนุรักษ์รักษาสมดุลของระบบนิเวศได้เลย

เฉลยข้อที่ 2

ไม่เหมาะสม เนื่องจาก

1. จะทำให้ลูกสัตว์ป่าที่นำมาเลี้ยงไม่สามารถปรับตัวได้เนื่องจากไม่คุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อมในป่ามาก่อน
2. ไม่สามารถหาอาหารได้เอง
3. ไม่สามารถหลบภัยป้องกันอันตรายจากศัตรูได้
4. ไม่สามารถเข้ากับฝูงสัตว์เดียวกันได้

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน

- 3 คะแนน เมื่อนักเรียน ให้เหตุผลประกอบตั้งแต่ 3 ขึ้นไป
- 2 คะแนน เมื่อนักเรียน ให้เหตุผลประกอบได้ 2 ข้อ
- 1 คะแนน เมื่อนักเรียน ให้เหตุผลประกอบได้ 1 ข้อ
- 0 คะแนน เมื่อนักเรียน ไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้เลย

เฉลย ข้อที่ 3

จากแผนผังแสดงสายใยอาหาร ถ้ากบเป็นอาหารที่คนชอบมากและถูกจับกินจนสูญพันธุ์ไปจากระบบนิเวศ สิ่งมีชีวิตที่กระทบกระเทือนมากที่สุดคือ งู และส่งผลกระทบต่อ

1. ปริมาณนกกระยางและปลาที่จะลดลงตามไปด้วยเนื่องจากเหลือปลาเป็นอาหารอย่างเดียวของนกกระยาง
2. นอกจากนี้อาจกระทบกระเทือนไปที่คนเนื่องจากมีอาหารน้อยลง จึงเกิดผลกระทบไปทั้งระบบ
3. กบมีปริมาณลดลง แมลงจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น หูหนูถูกกัดแทะโดยแมลง ทำให้หมีมีอาหารน้อยลง

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน

- 2 คะแนน เมื่อนักเรียน บอกสิ่งมีชีวิตที่กระทบกระเทือนมากที่สุดได้ และบอกผลที่ตามมาได้อีกตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป
- 1 คะแนน เมื่อนักเรียน บอกสิ่งมีชีวิตที่กระทบกระเทือนมากที่สุดได้ และบอกผลที่ตามมาได้อีก 1 ข้อ
- 0 คะแนน เมื่อนักเรียน ไม่สามารถบอกสิ่งมีชีวิตที่กระทบกระเทือนมากที่สุดได้ และไม่สามารถบอกผลที่ตามมาได้อีก

เฉลยข้อที่ 4

การหมุนเวียนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีความสัมพันธ์ต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เพราะ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ พืชสีเขียว ใช้ในการสังเคราะห์แสง ทำให้กลุ่มสิ่งมีชีวิตอาหารที่จะใช้ในการดำรงชีวิต

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน

- 2 คะแนน เมื่อนักเรียนบอกความสัมพันธ์ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ และบอกเหตุผลประกอบ
- 1 คะแนน เมื่อนักเรียน บอกความสัมพันธ์ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ แต่ไม่บอกเหตุผลประกอบ
- 0 คะแนน เมื่อนักเรียน ไม่บอกความสัมพันธ์ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไม่บอกเหตุผลประกอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

คำชี้แจง

แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยมีทั้งหมด 10 สถานการณ์ 40 คะแนนให้นักเรียนตอบโดย
เขียนคำตอบลงในกระดาษ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลอง
4. ขั้นสรุป

โดยแบ่งเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ เป็น 4 ระดับ คือ 3, 2, 1 และ 0 โดย
อิงเกณฑ์ ให้คะแนนแบบ Rubric Score

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยอิง Rubric Score

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน
1	นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้สอดคล้องและครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	3
	นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้สอดคล้องแต่ไม่ครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	2
	นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้แต่ไม่สอดคล้องและไม่ครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	1
	นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาจากเหตุการณ์ที่กำหนดได้	0
2	นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องและครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	3
	นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องแต่ไม่ครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	2
	นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้แต่ไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ที่กำหนด	1
	นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานจากเหตุการณ์ที่กำหนดได้	0
3	นักเรียนสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องและครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	3
	นักเรียนสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องแต่ไม่ครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	2
	นักเรียนสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้แต่ไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ที่กำหนด	1
	นักเรียนไม่สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาจากเหตุการณ์ที่กำหนดได้	0
4	นักเรียนสามารถสรุปได้สอดคล้องและครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	3
	นักเรียนสามารถสรุปได้สอดคล้องแต่ไม่ครอบคลุมกับเหตุการณ์ที่กำหนด	2
	นักเรียนสามารถสรุปได้แต่ไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ที่กำหนด	1
	นักเรียนไม่สามารถสรุปจากเหตุการณ์ที่กำหนดได้	0

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

สถานการณ์ที่ 1 ปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำ



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 ตัดต้นไม้ ทำลายป่า



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

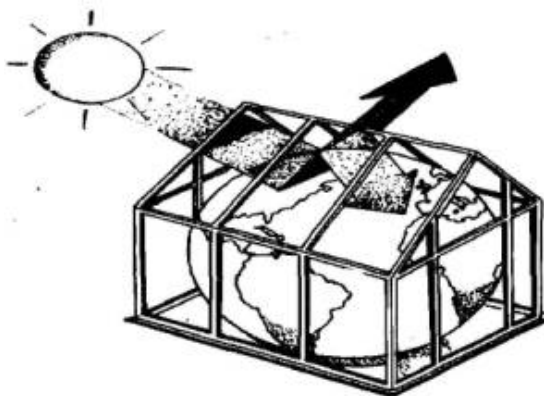
.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 สภาวะเรือนกระจก



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4 โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยควันพิษ



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 5 ชาวประมงใช้อวนตาถี่จับปลา



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 6 ลำสัตว์ป่าเพื่อการค้า



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 7 ชุมชนแออัด



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 8 การจราจรที่คับคั่ง



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 9 การใช้ยาฆ่าแมลง



1. จากภาพก่อให้เกิดปัญหาใด

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4 จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 10 น้ำท่วม น้ำป่าไหลหลาก



1. จากภาพเกิดจากสาเหตุใด

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์นี้นักเรียนได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

.....

.....

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 1

เรื่อง น้ำรู้เรื่องระบบนิเวศ



กลุ่มที่

ชื่อกลุ่ม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ /

สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.
4.

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมนี้ ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ศึกษา ตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยและหาวิธีแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรม และเนื้อหาของกิจกรรมให้เข้าใจเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง นารู้เรื่องระบบนิเวศ ใช้เวลา 3 คาบ 150 นาที
2. นักเรียนจัดกลุ่มๆละ 3 คน
3. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาระบบนิเวศในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และตอบคำถามที่อยู่ในสารบัญ
5. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา
 - ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน
 - ขั้นที่ 3 ขั้นตอนทดลอง
 - ขั้นที่ 4 สรุปผลการทดลอง
6. นักเรียนทำคำถามท้ายกิจกรรม
7. ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมถ้ามีปัญหาหรือข้อสงสัย สามารถปรึกษาครูผู้สอนได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องนารู้เรื่องระบบนิเวศ แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของระบบนิเวศได้
2. บอกประเภทของระบบนิเวศและความสำคัญของระบบนิเวศต่างๆได้
3. อธิบายปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศได้

สารบัญ

นิเวศวิทยา

มีความเกี่ยวข้องกับสาขาวิชา

หลัก 4 สาขาวิชาคือ พันธุ

ศาสตร์ วิวัฒนาการ สรีรวิทยา

และพฤติกรรม

นักเรียนทราบหรือไม่คะวิชา
เหล่านี้ศึกษาเกี่ยวกับอะไร ถ้ารู้
แล้วตอบลงไปเลยนะคะ

(4 คะแนน)

พันธุศาสตร์

.....

.....

.....

วิวัฒนาการ

.....

.....

.....

สรีรวิทยา

.....

.....

.....

พฤติกรรม

.....

.....

หลักการทางนิเวศวิทยา

ความหมายของนิเวศวิทยา

คำว่า ecology ได้รากศัพท์มาจากภาษากรีก คือ oikos
หมายความว่า "บ้าน" หรือ "ที่อยู่อาศัย" และ ology หมายถึง
"การศึกษา" ecology หรือนิเวศวิทยาจึงเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งว่า
ด้วยการศึกษาสิ่งมีชีวิตในแหล่งอาศัยและกินความกว้างไปถึง
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่
สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่

ระบบนิเวศ (Ecosystem) เป็นโครงสร้าง
ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ กับบริเวณแวดล้อมที่
สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ดำรงชีวิตอยู่

ระบบนิเวศนั้นเป็นแนวคิด (Concept) ที่นัก
นิเวศวิทยาได้นำมาใช้ในการมองโลกส่วนย่อย ๆ ของโลก
เพื่อที่จะได้เข้าใจความเป็นไปบนโลกนี้ได้ดีขึ้น

ระบบนิเวศหนึ่ง ๆ นั้น ประกอบด้วยบริเวณที่
สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ และกลุ่มประชากรที่มีชีวิตอยู่ในบริเวณ
ดังกล่าว พืชและโดยเฉพาะสัตว์ต่าง ๆ ก็ต้องการบริเวณที่อยู่
อาศัยที่มีขนาดอย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อว่าการมีชีวิต
อยู่รอดตลอดไป ยกตัวอย่างเช่น ในสระน้ำแห่งหนึ่งเราสามารถ
พบสัตว์และพืชนานาชนิด ซึ่งสามารถปรับตัวให้เข้ากับบริเวณ
น้ำที่มันอาศัยอยู่โดยมีจำนวนแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด สระ
น้ำนั้นดูเหมือนว่าจะแยกจากบริเวณแวดล้อมอื่น ๆ ด้วยขอบ
สระแต่ตามความเป็นจริงแล้วสระน้ำนั้นจะมีการเชื่อมโยง
เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ทั้งภายในสระน้ำและภายนอกสระน้ำ
ตัวอย่างเช่นปริมาณน้ำในสระจะมีการเพิ่มขึ้นได้ โดยอาศัย
น้ำฝนที่ตกลงมาในขณะที่เดียวกันกับที่ระดับผิวน้ำก็จะระเหยไป



อยู่ตลอดเวลาทำให้ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลง น้ำที่ไหลเข้ามาเพิ่มก็จะพัดพาเอาแร่ธาตุและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืชที่เน่าเปื่อยเข้ามาในสระ ตัวอ่อนของสัตว์บางชนิด เช่น ยุงและลูกกบตัวเล็ก ๆ อาศัยอยู่ในสระน้ำในช่วงที่เป็นตัวอ่อน แต่จะไปเติบโตบนบก นกและแมลงซึ่งมีถิ่นที่อยู่นอกสระก็จะมาหาอาหารในสระน้ำ การไหลเข้าของสารและการสูญเสียสารเช่นนี้จึงทำให้สระน้ำเป็นระบบเปิด (Open System) ระบบหนึ่ง

ในกรณีใกล้เคียงกันหากมีแร่ธาตุไหลเข้ามาเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้การเจริญเติบโตของพืชเพิ่มมากขึ้น เช่น ไฟโตแพลงตันหรือพืชน้ำที่อยู่กันสระ เมื่อปริมาณของพืชเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณสัตว์เพิ่มมากขึ้นด้วยเพราะมีอาหารอุดมสมบูรณ์แต่เมื่อปริมาณสัตว์เพิ่มปริมาณของพืชที่เป็นอาหารก็จะค่อย ๆ น้อยลงทำให้ปริมาณสัตว์ลดลงตามไปด้วยเนื่องจากอาหารมีไม่พอ ดังนั้นสระน้ำจึงมีความสามารถในการที่จะควบคุมตัวของมันเองได้ กล่าวคือจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่อยู่ในสระน้ำจะมีจำนวนคงที่ซึ่งเราเรียกว่ามีความสมดุล

สระน้ำนี้ จึงเป็นหน่วยหนึ่งของธรรมชาติที่เรียกว่า "ระบบนิเวศ" (Ecosystem) ซึ่งกล่าวได้ว่าระบบนิเวศหนึ่ง ๆ นั้น เป็นโครงสร้างที่เปิดและมีความสามารถในการควบคุมตัวของมันเอง ประกอบไปด้วยประชากรต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไร้ชีวิต ระบบนิเวศเป็นระบบเปิดที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมโดยมีการแลกเปลี่ยนสารและพลังงาน ดังนั้น จึงมีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้ตัวชุมชนที่มีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ใช้ชีวิตนั้นรวมกันเป็นระบบนิเวศ

สงสัยจังเลยว่
ภาพข้างบนนี้จัดเป็น
ระบบนิเวศได้หรือไม่คะ
ช่วยอธิบายให้ฟังหน่อย
(1 คะแนน)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



จากที่ได้ศึกษาระบบนิเวศ จึงหมายถึง
ระบบที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่
เดียวกันมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน
และมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตใน
แหล่งที่อยู่นั้นด้วย

จากที่นักเรียนศึกษาเรื่องแหล่งที่อยู่
นักเรียนทราบไหมว่า คำว่า
สิ่งแวดล้อม หมายถึงอะไร

สิ่งแวดล้อม

(Environment) หมายถึง

สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา ได้แก่

- สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

(Physical environment)

หมายถึงสิ่งแวดล้อมที่ไม่มี
ชีวิต

- สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ

(Biological environment)

หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มีชีวิต

นักเรียนช่วยครูยกตัวอย่างได้

ไหมคะ (2 คะแนน)

1. Physical environment เช่น

.....

.....

.....

2. Biological environment เช่น

.....

.....

.....

ระบบนิเวศจะประกอบด้วย

1. แหล่งที่อยู่ (Habitat)
2. กลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community)

$$\text{Ecosystem} = \text{Habitat} + \text{Community}$$

แหล่งที่อยู่ (Habitat)

เป็นที่อยู่อาศัยของกลุ่มสิ่งมีชีวิตต่างๆ จัดจำแนกได้
เป็นแหล่งที่อยู่ในน้ำ และแหล่งที่อยู่บนบก ซึ่งสิ่งมีชีวิตได้
อาหาร น้ำ ร่มเงา และสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการสืบ
พันธุ์จากสิ่งแวดล้อมในแหล่งที่อยู่นี้

- แหล่งที่อยู่ในน้ำ ได้แก่ แหล่งน้ำจืด ทะเล และ
มหาสมุทร

- แหล่งที่อยู่บนบก ได้แก่ ที่ราบลุ่ม ที่ราบสูง ทุ่ง
หญ้า ทะเลทราย ดินแดนหิมะ

ในแหล่งที่อยู่มีปัจจัยที่ไม่มีชีวิตเป็นสิ่งแวดล้อมที่มี
ผลต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ได้แก่ น้ำ แสงอาทิตย์ แก๊ส
ออกซิเจน อุณหภูมิ และดิน ดังนี้

1. น้ำ

- เป็นส่วนประกอบสำคัญในร่างกายของสิ่งมีชีวิต
- องค์ประกอบสำคัญในการสร้างอาหารของพืช
- เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต

2. แสงอาทิตย์

- สำคัญต่อการสร้างอาหารของพืช
- สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช
- จำเป็นต่อการออกหาอาหารของสัตว์

3. แก๊สออกซิเจน

- สิ่งมีชีวิตใช้ในการหายใจ
- สำคัญมากในกระบวนการทำงานของสิ่งมีชีวิต

4. อุณหภูมิ

- ความแตกต่างของอุณหภูมิเป็นตัวกำหนดชนิดของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่

- สัตว์บางชนิดปรับตัว เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เช่น การจำศีลของกบ หนู

5. ดิน

- สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช

- เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต



นักเรียนทราบไหมว่าแหล่งที่อยู่ในระบบนิเวศนี้คือ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

ในระบบนิเวศนี้นักเรียนคิดว่าน่าจะมีกลุ่มสิ่งมีชีวิตใดอาศัยอยู่บ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

กลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community)

กลุ่มสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตมากกว่า 1 ชนิด อยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกัน และมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ในระบบนิเวศนอกจากจะมีปัจจัยที่ไม่มีชีวิตแล้ว ยังมีปัจจัยที่มีชีวิตอีกด้วย ได้แก่ ประชากรกับกลุ่มสิ่งมีชีวิต ดังนี้

1. ประชากร

ประชากร เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกันในเวลาเดียวกัน

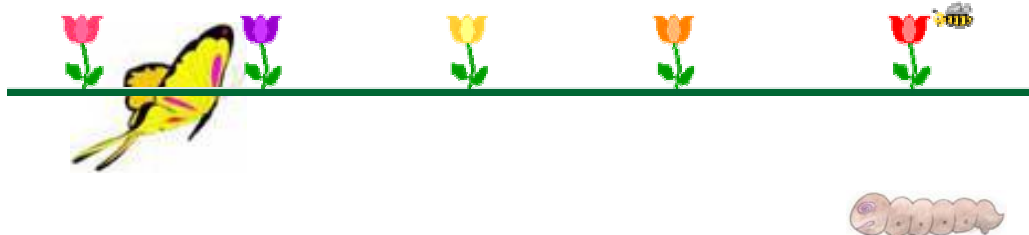
2. กลุ่มสิ่งมีชีวิต เป็นสิ่งมีชีวิตมากกว่า 1 ชนิดอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกันและมีความสัมพันธ์เดียวกัน

 ตัวอย่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่างๆ 

- ในสระบัว เช่น กบ กุ้ง ปลา บัว

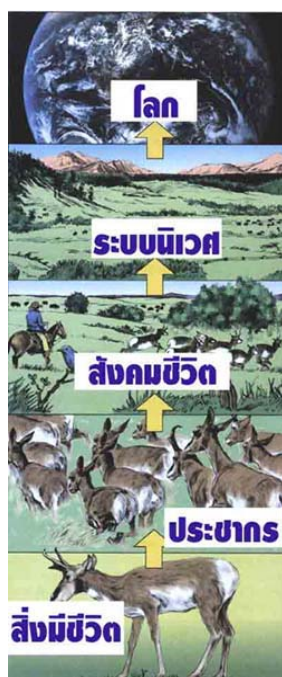
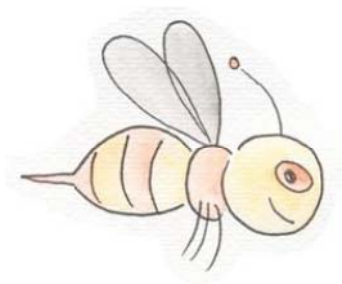
- ใต้ขอนมะม่วงผุ เช่น มด แมลง ไส้เดือน

- ในสวนหย่อม เช่น หญ้า แมลงปอ ผีเสื้อ ตั๊กแตน



องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ส่วนประกอบของระบบนิเวศที่เป็นส่วนของสิ่งมีชีวิต คือ Biosphere ซึ่งมีหลายระดับด้วยกันคือ ระดับหน่วยย่อยของสิ่งมีชีวิต (Organism) ประชากร (Population) และชุมชน (Community) โดยที่ส่วนของสิ่งไม่มีชีวิต (Non-living Environment) คือ บรรยากาศ (Atmosphere) และความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงของทั้ง 2 ส่วน



ระดับชั้นของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศทุกๆ ระบบจะมีโครงสร้างที่กำหนดโดยชนิดของสิ่งมีชีวิตเฉพาะอย่างที่อยู่ในระบบนั้นๆ โครงสร้างประกอบด้วยจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตต่างๆ เหล่านี้ และการกระจายตัวของมัน ถึงแม้ว่าระบบนิเวศบนโลกจะมีความหลากหลายแต่มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกันคือ ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Component)

แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1 อนินทรียสาร เช่น ได้แก่ คาร์บอน

ไนโตรเจน น้ำ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฟอสเฟต

ไนเตรต เป็นต้น

1.2 อินทรียสาร ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ

สิ่งมีชีวิต ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรตกรดไขมัน เป็นต้น

1.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพและสภาพอากาศ

ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่กล่าวมาแล้วทั้งสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ รวมทั้งปัจจัยทางสภาพอากาศที่สำคัญ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเค็มและความชื้น เป็นต้น

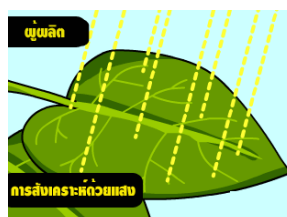


2. ส่วนประกอบที่มีชีวิต (Biotic Component)

องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตสามารถถูกจัดแบ่งตามลำดับขั้นการกินอาหาร (Trophic Level) ได้ดังนี้

2.1 ผู้ผลิต (Producer) คือ พวกที่สามารถนำเอา

พลังงานจากแสงอาทิตย์มาสังเคราะห์อาหารขึ้นได้เอง จากแร่ธาตุและสารที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ได้แก่ พืชสีเขียว แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียบางชนิด พวกผู้ผลิตนี้มีความสำคัญมาก เพราะเป็นส่วนเริ่มต้นและเชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิตกับส่วนที่มีชีวิตอื่นๆ ในระบบนิเวศ ซึ่งส่วนมากได้แก่พืชสีเขียวทั้งหมดทำหน้าที่เป็นตัวสร้างองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่ซับซ้อนด้วยการสังเคราะห์จากสารอนินทรีย์โดยกระบวนการที่อาศัยตัวเร่ง คือ คลอโรฟิลล์และพลังงานแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง(photosynthesis)นอกจากนี้ยังมีผู้ผลิตที่ไม่อาศัยการสังเคราะห์แสง แต่เป็นการสังเคราะห์ทางเคมี



ผู้ผลิต

2.2 ผู้บริโภค (Consumer) คือ เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ (Heterotrophic Organism) ต้องกินผู้ผลิตหรือพวกที่รับอาหารจากการกินสิ่งที่มีชีวิตอื่นๆ อีกทอดหนึ่ง การแบ่งชนิดของผู้บริโภค สามารถแบ่งเป็น



ผู้บริโภค

- ผู้บริโภคปฐมภูมิ (Primary Consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น กระต่าย วัว ควาย และปลาที่กินพืชเล็ก ๆ ฯลฯ



ผู้บริโภคปฐมภูมิ

- ผู้บริโภคทุติยภูมิ (Secondary Consumer) เป็นสัตว์ที่ได้รับอาหารจากการกินเนื้อสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น เสือ สุนัขจิ้งจอก ปลากินเนื้อ ฯ



ผู้บริโภคทุติยภูมิ

- ผู้บริโภคตติยภูมิ (Tertiary Consumer) เป็นพวกที่กินทั้งสัตว์กินพืชและสัตว์กินสัตว์นอกจากนี้ยังได้แก่สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระดับขั้นการกินสูงสุดซึ่งหมายถึงสัตว์ที่ไม่ถูกกินโดยสัตว์อื่น ๆ ต่อไป เป็นสัตว์ที่อยู่ในอันดับสุดท้ายของการถูกกินเป็นอาหาร เช่น มนุษย์นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกผู้บริโภคออกเป็นประเภทต่างๆ ตามชนิดของอาหารที่กิน ได้แก่

Herbivore (ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร) Carnivora (ผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร) Omnivora (ผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร) Detritivora (ผู้บริโภคที่กินซากพืชเป็นอาหาร) Scavenger (ผู้บริโภคที่กินซากสัตว์เป็นอาหาร)

2.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) เป็นพวกไม่สามารถปรุงอาหารได้แต่จะกินอาหารโดย การผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายแร่ธาตุต่าง ๆ ในส่วนประกอบของสิ่งที่มีชีวิตให้เป็นสารโมเลกุลเล็ก แล้วจึงดูดซึมไปใช้เป็นสารอาหารบางส่วน ส่วนที่เหลือปลดปล่อยออกไปสู่ระบบนิเวศซึ่งผู้ผลิตจะสามารถเอาไปใช้ต่อไป จึงนับว่าผู้ย่อยสลายเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้สารอาหารสามารถหมุนเวียนเป็นวัฏจักรได้ ส่วนใหญ่เป็นพวกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Microconsumer) ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งจะเป็นตัวสำคัญในขบวนการหมุนเวียนของธาตุต่างๆ

สถานการณ์น่าคิด

“การยอมให้ราษฎรเข้าไปทำมาหากินในพื้นที่อนุรักษ์ ข่มเหงรังแกเลียมเลียมได้ที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศ และ สังคมแห่งชีวิตตามธรรมชาติในพื้นที่ การยอมให้ราษฎรใช้สารเคมี ไม่ว่า ยาฆ่าแมลง - ยาฆ่าหญ้า - ปุ๋ย ตลอดจนน้ำในพื้นที่ ข่มเหงให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแผ่กว้างออกไป จากพื้นที่ที่ยอมให้ นั่น.. ยาฆ่าแมลงนอกจากฆ่าแมลงในแปลงของเกษตรกรนั้นแล้ว อาจมีผลไปถึงแมลงในป่าต่อไปสู่สัตว์ที่กินแมลง การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทั้งหมดย่อมเกิดขึ้น ยาฆ่าหญ้าอาจมีผลตกค้างกระจายออกไปสู่ลำห้วยลำธาร ทำลายหรือกระตุ้นพืชบางอย่างให้ล้มตายไป หรือ บางอย่างระบาคจนเป็นผลเสียหายต่อชีวิตในระบบ”

ขอขอบคุณแหล่งที่มาของบทความนี้ : ประพนธ์ ผู้ดูแลบอร์ด TWS ของ

www.trekkingthai.com

1. ชั้นระบุปัญหา

(3 คะแนน)

ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบเขียนในรูปของประโยคคำถาม



นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษา แล้วเลือกเพียง 1 ปัญหาให้ครอบคลุมสถานการณ์ที่กำหนดให้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่เลือก

.....

.....

.....

เหตุผลในการเลือกปัญหานี้ คือ

.....

.....

.....

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน

(4 คะแนน)

สมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ต้องมีการทดลอง ทดสอบ ซึ่งผลที่ได้จะนำมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลต่างๆ ตามมา

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อสาเหตุเปลี่ยนไปสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไปด้วย



นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด และสามารถทดสอบได้ สมมติฐานที่ตั้งไว้

.....

.....

สมมติฐานที่เลือก

.....

.....

เหตุผลในการเลือกตั้งสมมติฐานนี้ คือ

.....

.....

ตัวแปรต้น คือ

.....

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

.....

3. ขั้นทดลอง

(4 คะแนน)

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติจริงโดยระบุนวิธีทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้

อุปกรณ์ในการทดลอง

.....

.....



นักเรียนออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมสถานการณ์ ปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเขียนให้สามารถปฏิบัติได้

ขั้นการทดลอง

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

เหตุผลในการเลือกการทดลองนี้ คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทดลองที่ออกแบบไว้ให้ครบขั้นตอน แล้วนำเสนอ
ข้อมูลที่ได้ให้เข้าใจง่ายที่สุด เช่น ตาราง กราฟ การบรรยาย

บันทึกผลการทดลอง (2 คะแนน)

4. ขั้นสรุปผลทดลอง (2 คะแนน)

การสรุปผลการทดลอง หมายถึง การสามารถแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด



นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
สรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

คำถามท้ายกิจกรรม

แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1 นำรู้เรื่องระบบนิเวศ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากข้อ ก ข ค ง จ โดย
ขีดเครื่องหมาย (x) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือระบบนิเวศ

- ก. กลุ่มสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่
- ข. กลุ่มผู้บริโภคกับแหล่งที่อยู่
- ค. กลุ่มผู้ผลิตกับแหล่งที่อยู่
- ง. กลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต
- จ. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

2. ส่วนสาธารณะมีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. แหล่งที่อยู่
- ข. ระบบนิเวศ
- ค. โลกของสิ่งมีชีวิต
- ง. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต
- จ. การจัดกลุ่มพืชชนิดต่างๆ อย่างสวยงาม

3. ระบบนิเวศที่สมดุลมากๆควรมีลักษณะเช่นใด

- ก. มีห่วงโซ่อาหารสั้นๆ
- ข. มีห่วงโซ่อาหารยาวๆ
- ค. มีสิ่งมีชีวิตอยู่มาก
- ง. มีสายใยอาหารซับซ้อนน้อย
- จ. มีสายใยอาหารซับซ้อนมาก

4. สิ่งใดต่อไปนี้เป็นหน้าที่เป็นผู้ผลิต (Producer) ในระบบนิเวศบ่อเลี้ยงปลา

- ก. ปลา
- ข. ไรน้ำ
- ค. แบคทีเรีย
- ง. อากาศ
- จ. สาหร่าย

5. ข้อใดแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่เป็นระบบนิเวศได้

- ก. ม้า ปลา นก ทะเล
- ข. ภูเขา คางคก แมลง น้ำฝน
- ค. คางคก จิ้งจก แมลง สระน้ำ
- ง. ตั๊กแตน สุนัข ปลา ทะเลทราย
- จ. ช้าง กระต่าย แมลง ต้นข้าว

ตอนที่ 2 คำชี้แจง นักเรียนตอบคำถามและอธิบายอย่างชัดเจน ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนเข้าใจความหมายของระบบนิเวศว่าอย่างไร ให้
ยกตัวอย่างระบบนิเวศในท้องถิ่นนักเรียนมา 4 แห่ง
(5 คะแนน)

[illegible]

2. สมดุลในระบบนิเวศหมายถึงอะไร การทำลายผู้บริโภคมี
ผลกระทบต่อระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร (5 คะแนน)

[illegible]

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1

1. ก
2. ข
3. จ
4. ข
5. ก

ตอนที่ 2

1. ระบบนิเวศ หมายถึง ระบบที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ด้วย เช่น

1. ระบบนิเวศสนามหญ้า
2. ระบบนิเวศสระน้ำ
3. ระบบนิเวศสวนสาธารณะในหมู่บ้าน
4. ระบบนิเวศตู้ปลา

2. สมดุลในระบบนิเวศ หมายถึง ภาวะที่สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย สมดุลในระบบนิเวศจะเกิดขึ้นได้นั้น จำนวนผู้ผลิต และผู้บริโภคในลำดับต่างๆ ต้องสัดส่วนกัน

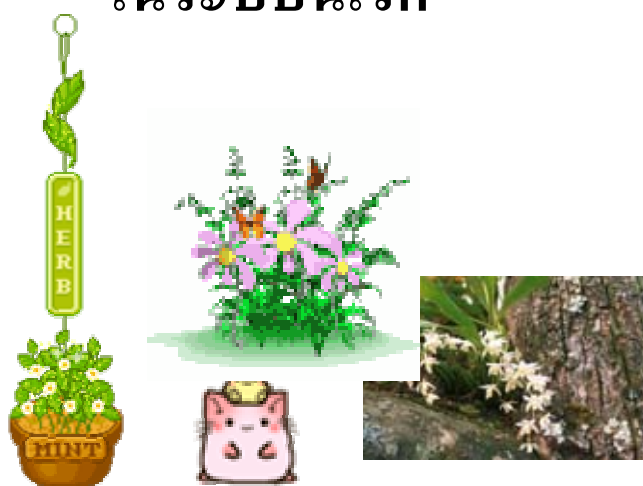
การทำลายผู้บริโภคมีผลทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล

เนื่องจากจำนวนผู้บริโภคและผู้ผลิตไม่ได้สัดส่วนกัน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 2

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ในระบบนิเวศ



กลุ่มที่

ชื่อกลุ่ม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่/....

สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมนี้ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ศึกษา ตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยและหาวิธีแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรม และเนื้อหาของกิจกรรมให้เข้าใจเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ใช้เวลา 3 คาบ 150 นาที
2. นักเรียนจัดกลุ่มๆละ 3 คน
3. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาสาระน่ารู้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และตอบคำถามที่อยู่ในสาระน่ารู้
5. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา
 - ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน
 - ขั้นที่ 3 ขันทดลอง
 - ขั้นที่ 4 สรุปผลการทดลอง
6. นักเรียนทำคำถามท้ายกิจกรรม
7. ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมถ้ามีปัญหาหรือข้อสงสัย สามารถปรึกษาครูผู้สอนได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
2. สืบหาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศในท้องถิ่นได้
3. ยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้

สาระน่ารู้

สิ่งมีชีวิตทั้งหลายในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อาจพึ่งพากันในเรื่องของอาหาร ที่อยู่อาศัย หรือการป้องกันอันตราย สิ่งมีชีวิตที่มีผลต่อการดำรงชีวิตหลายชนิดในระบบนิเวศ เรียกว่า สิ่งมีชีวิตหลัก

ถ้าสิ่งมีชีวิตหลักถูกทำลาย จะทำให้เกิดการเสียสมดุลของระบบนิเวศได้ เช่น การทำลายนกในสวนผลไม้ จะทำให้หนอนศัตรูพืชมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เกิดผลกระทบต่อนักผลิตของเกษตรกร เป็นต้น



นักเรียนช่วยกันสำรวจความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ในบริเวณโรงเรียน ทั้งบนบกและในน้ำ (วาดภาพประกอบ) และบันทึกผลที่ได้จากการสำรวจ

ระบบนิเวศบนบก (3 คะแนน)

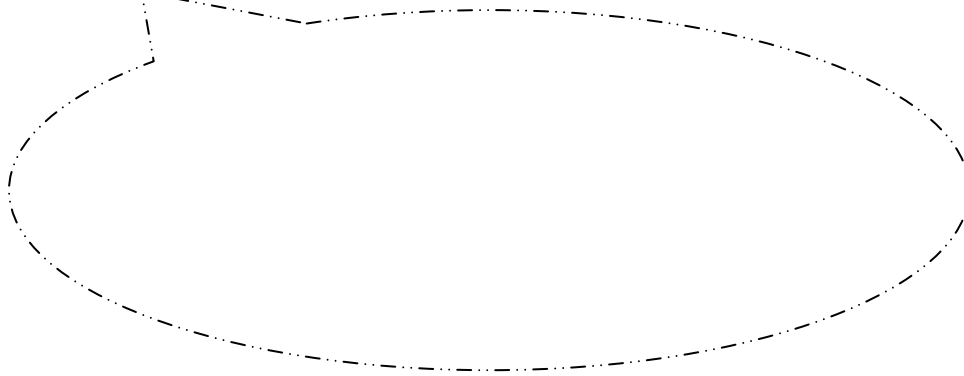
กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบ

ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิต

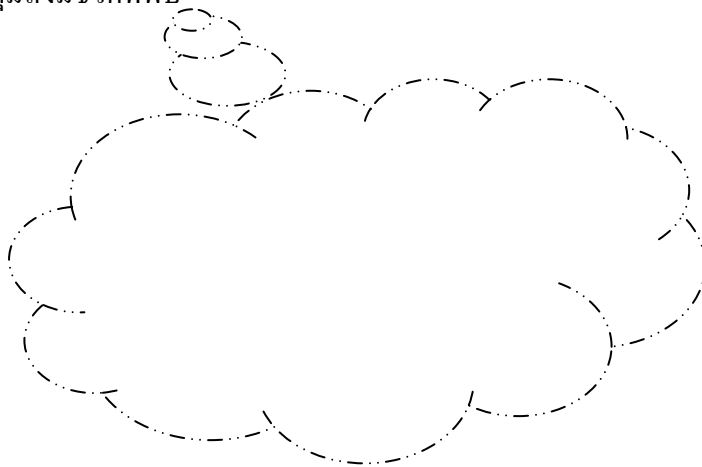
แหล่งที่อยู่

ระบบนิเวศในน้ำ (3 คะแนน)

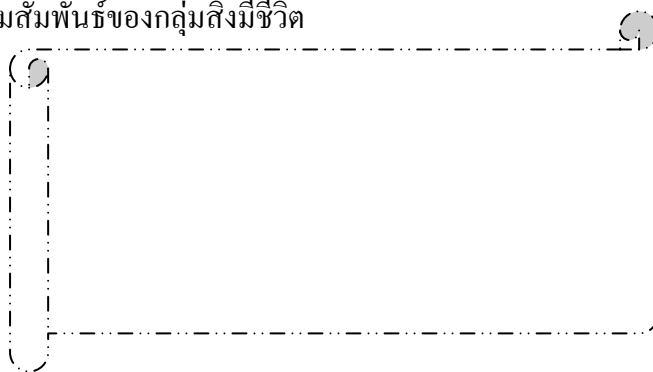
แหล่งที่อยู่



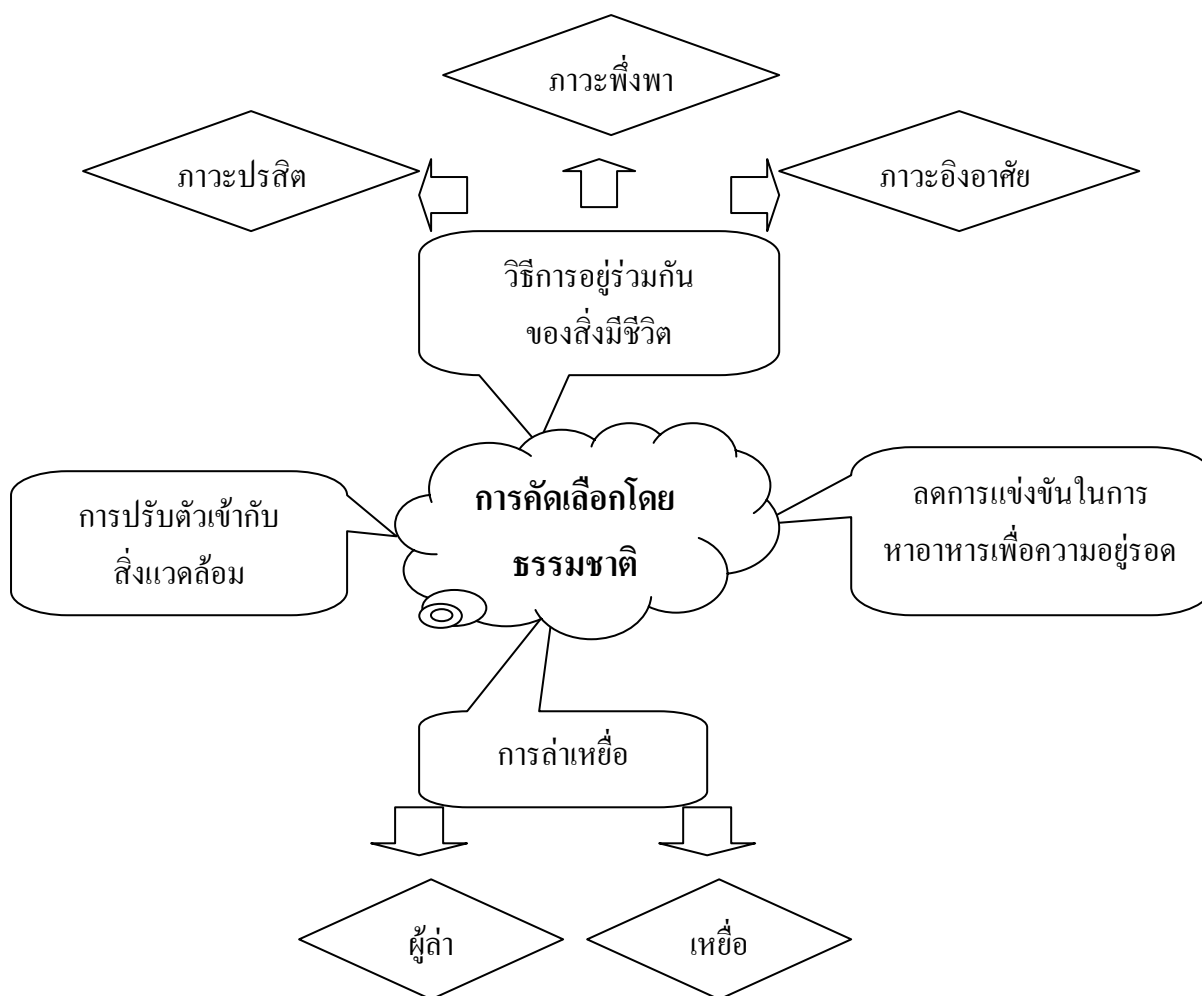
กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบ



ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิต



สิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศจะมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตนี้ทำให้เกิดวิวัฒนาการหรือเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา
การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมได้พัฒนาขึ้น
ตามกระบวนการที่เรียกว่า **การคัดเลือกโดยธรรมชาติ (Natural Selection)**



นักเรียนคิดว่าพยาธิต่างๆที่อยู่ในร่างกายของเราหรือสัตว์ต่างๆ นักเรียนว่ามีความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด ช่วยอธิบายให้หน่อยนะคะ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....



1. การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต มีลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ จึงมีการใช้เครื่องหมายต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยรวมกัน

+ หมายถึง การได้ประโยชน์จากอีกฝ่ายหนึ่ง

- หมายถึง การเสียประโยชน์ให้อีกฝ่ายหนึ่ง

0 หมายถึง การไม่ได้ประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์



รูปโปรโตซัวในลำไส้ปลวก
ช่วยย่อย เซลลูโลส



รูป ปมรากถั่วซึ่งภายในมีแบคทีเรียไรโซเบียม
แบคทีเรียไรโซเบียม ในปมรากพืชวงศ์ถั่ว
ตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้แก่รากถั่ว
ในขณะเดียวกันแบคทีเรียก็ได้รับ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแร่ธาตุจากดินถั่ว

1. ภาวะพึ่งพาอาศัย หรือ การได้รับประโยชน์

ร่วมกัน (Mutualism) เป็นการอยู่ร่วมกันของ
สิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่ได้ประโยชน์ด้วยกันทั้งสอง
ชนิด ใช้สัญลักษณ์ +, +

- แมลงกับดอกไม้ แมลงดูดน้ำหวานจากดอกไม้เป็นอาหาร และดอกไม้ก็มีแมลงช่วยผสมเกสร
- นกเอี้ยงกับควาย นกเอี้ยงได้กินแมลงต่าง ๆ จากหลังควาย และควายก็ได้กินเอี้ยงช่วยกำจัดแมลงที่มาก่อความรำคาญ



สัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต



2. ภาวะอิงอาศัยหรือภาวะเกื้อกูล

(Commensalism) เป็นการอยู่ร่วมกันของ
สิ่งมีชีวิตโดยที่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกฝ่าย
หนึ่งไม่ได้ประโยชน์แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ (+, 0)

- ปลาฉลามกับเหาฉลาม เหาฉลามอาศัยอยู่ใกล้ตัวปลาฉลามและกินเศษอาหารจากปลาฉลาม ซึ่งปลาฉลามจะไม่ได้ประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์
- พืชต่างกับต้นไม้ใหญ่ พืชต่างอาศัยร่มเงาและความชื้นจากต้นไม้ โดยต้นไม้ไม่ได้ประโยชน์แต่ขณะเดียวกันก็ไม่เสียประโยชน์อะไร

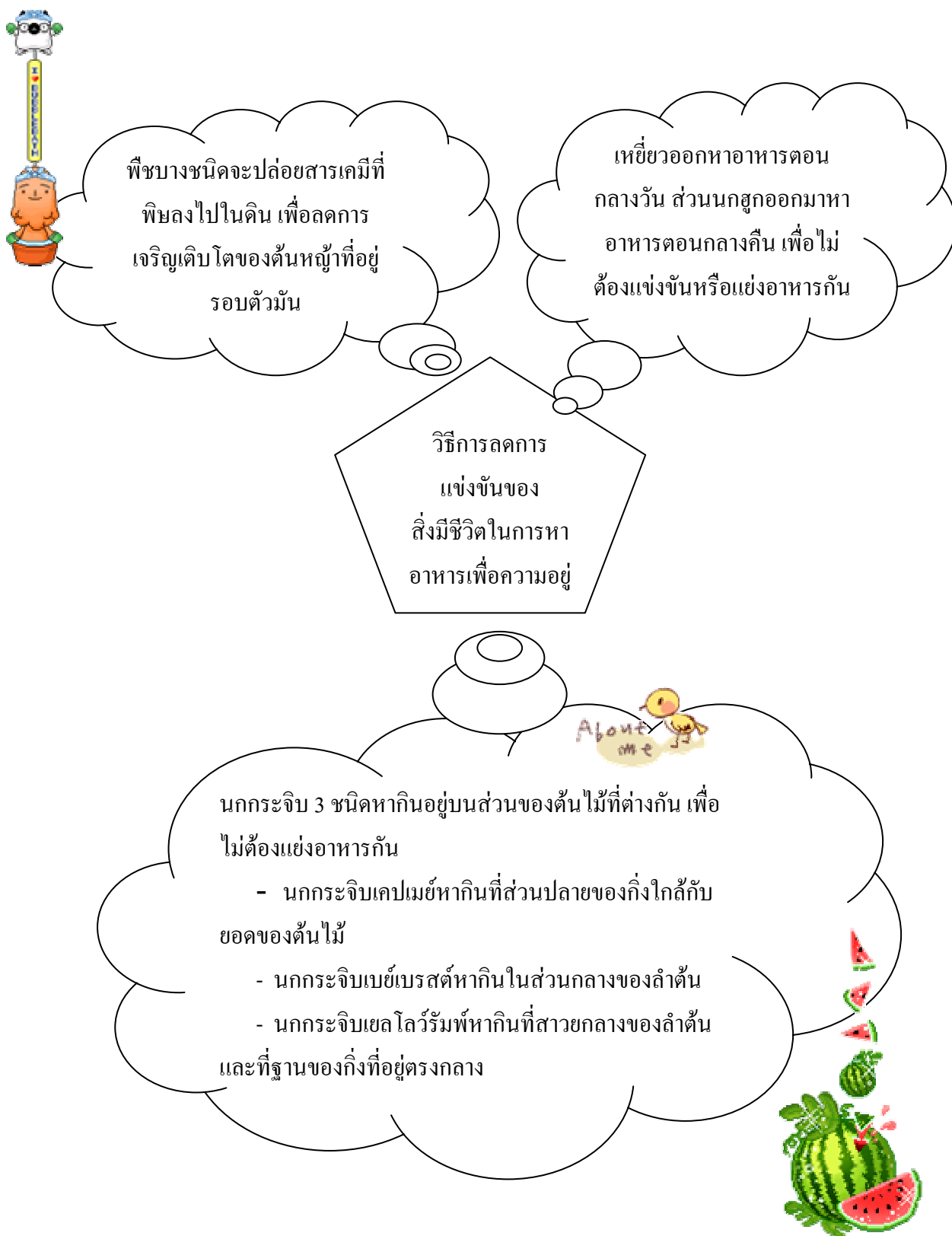
3. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์และอีกฝ่าย
หนึ่งเสียประโยชน์ใช้สัญลักษณ์ +, -
แบ่งเป็น 2 แบบ

ก. การล่าเหยื่อ (Predation) เป็น
ความสัมพันธ์โดยมีฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ล่า
(Predator) และอีกฝ่ายหนึ่งเป็นเหยื่อ
(Prey)

ข. ภาวะปรสิต (Parasitism) เป็น
ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีฝ่ายหนึ่ง
เป็นผู้เบียดเบียน เรียกว่า ปรสิต
(Parasite) และอีกฝ่ายหนึ่งเป็นเจ้าของ
บ้าน (Host)

2. ลดการแข่งขันในการหาอาหารเพื่อความอยู่รอด

การที่ระบบนิเวศมีอาหารที่จำกัด ทำให้สิ่งมีชีวิตต่างๆ ต้องมีการปรับตัวในการลดการแข่งขันในการหาอาหาร เพื่อความอยู่รอด ดังตัวอย่างแผนภาพต่อไปนี้



3. การล่าเหยื่อ

ความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งฆ่าและกินสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเป็นอาหาร เรียกว่า การล่าเหยื่อ (Predation) โดยสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ล่าเรียกว่า ผู้ล่า (Predator) ส่วนสิ่งมีชีวิตที่ถูกฆ่า คือ เหยื่อ (Prey) สิ่งมีชีวิตชนิดใดจะเป็นผู้ล่าหรือเป็นเหยื่อ ขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้น



จงตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

จากภาพนักเรียนเห็นสิ่งมีชีวิตใดบ้าง

.....

นักเรียนคิดว่าภาพนี้มีความสัมพันธ์กันของสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิดหรือไม่

.....

นักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในภาพเป็นแบบใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

นักเรียนยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายกับภาพข้างบน พร้อมให้เหตุผลประกอบ และวาดภาพประกอบ

.....

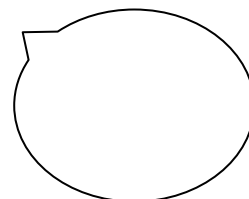
.....

.....

.....

.....

.....



4. การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม

สิ่งมีชีวิตทั้งผู้ล่าและเหยื่อจะมีการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด ดังนี้

1) การปรับตัวของผู้ล่า

นกฮูกมีตาขนาดใหญ่ทำให้สามารถมองเห็นเหยื่อได้ในตอนกลางคืน

หนวดของแมงกะพรุนจะมีสารพิษ ทำให้เหยื่อซึ่งเป็นสัตว์น้ำตัวเล็กๆ เคลื่อนไหวไม่ได้

เสือสามารถวิ่งได้รวดเร็วมาก ทำให้สามารถจับเหยื่อได้ง่าย



ผึ้งมีเหล็กในสำหรับต่อยเหยื่อ

งูบางชนิดมีสีเขียวคล้ายกับใบไม้หรือต้นไม้ เพื่อพรางตาเหยื่อ

ต้นกาบหอยแครงมีโครงสร้างที่ใช้ดักจับแมลงเป็นอาหารได้



นักเรียนยกตัวอย่างพร้อมให้เหตุผลกับการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ล่าที่นักเรียนรู้จักมา 3 ตัวอย่าง (3 คะแนน)

1.
2.
3.



2) การปรับตัวของเหยื่อ



การพรางกายให้เหมือนกิ่งไม้ของแมลงเพื่อความปลอดภัยจากผู้ล่า



การใช้สีเตือนอันตราย กิ้งก่ามีสีที่สดใส เพื่อเตือนให้ผู้ล่าว่ามีต่อมพิษที่เป็นอันตรายต่อผู้ล่า



การใช้สีลวงตาผู้ล่า จุดสีดำที่หางของปลาผีเสื้อเป็นตาปลอม สำหรับลวงผู้ล่า ทำให้มันสามารถว่ายน้ำหนีไปได้ โดยเสียเพียงส่วนหางบางส่วนเท่านั้น

นักเรียนยกตัวอย่างพร้อมให้เหตุผลกับการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อ ที่นักเรียนรู้จักมา 3 ตัวอย่าง (3 คะแนน)

1.
2.
3.



สถานการณ์น่าคิด



การตัดไม้ทำลายป่าส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอย่างไร

1. ขั้นระบุปัญหา

(3 คะแนน)

ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบเขียนในรูปของประโยคคำถาม



นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษา แล้วเลือกเพียง 1 ปัญหาให้ครอบคลุมสถานการณ์ที่กำหนดให้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

.....

ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผลในการเลือกปัญหานี้ คือ

.....

.....

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน

(4 คะแนน)

สมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ต้องมีการทดลอง ทดสอบ ซึ่งผลที่ได้จะนำมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ ตามมา

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อสาเหตุเปลี่ยนไปสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไปด้วย



นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด และสามารถทดสอบได้
สมมติฐานที่ตั้งไว้

.....

.....

.....

สมมติฐานที่เลือก

.....

.....

เหตุผลในการเลือกตั้งสมมติฐานนี้ คือ

.....

.....

ตัวแปรต้น คือ

.....

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

.....

3. ขั้นทดลอง

(4 คะแนน)

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติจริงโดยระบุวิธีทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้

อุปกรณ์ในการทดลอง

.....

.....



นักเรียนออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมสถานการณ์ ปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเขียนให้สามารถปฏิบัติได้

ขั้นการทดลอง

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

เหตุผลในการเลือกการทดลองนี้ คือ

.....

.....

.....

.....

.....



นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทดลองที่ออกแบบไว้ให้ครบขั้นตอน แล้วนำเสนอ
ข้อมูลที่ได้ให้เข้าใจง่ายที่สุด เช่น ตาราง กราฟ การบรรยาย

บันทึกผลการทดลอง (2 คะแนน)

4. ขั้นสรุปผลทดลอง (2 คะแนน)

การสรุปผลการทดลอง หมายถึง การสามารถแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด



นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

คำถามท้ายกิจกรรม

หน่วยที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากข้อ ก, ข, ค, ง, จ โดยขีดเครื่องหมาย (x) ลงในกระดาษคำตอบ

1. สิ่งมีชีวิตที่หากินโดยแฝงกายอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่นคือข้อใด

- ก. ผู้ล่า
- ข. เหยื่อ
- ค. จุลินทรีย์
- ง. ปรสิต
- จ. ไวรัส

2. สิ่งมีชีวิตคู่ใดมีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตเหมือนกัน

- 1. กบบนใบบัว 2. แบคทีเรียในลำไส้ปลวก 3. เห็บบนตัวสุนัข 4. นกเขาบนต้นไม้
- ก. 1, 2
- ข. 2, 3
- ค. 1, 4
- ง. 1, 2, 3
- จ. 1, 2, 3, 4

3. กลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศที่ช่วยย่อยสลายสารคืนสู่ธรรมชาติคือข้อใด

- ก. หุ้ญและเฟิร์น
- ข. เหี้ยและกวาง
- ค. เสือและสิงโต
- ง. เห็ดและแบคทีเรีย
- จ. แมลงและหนอน

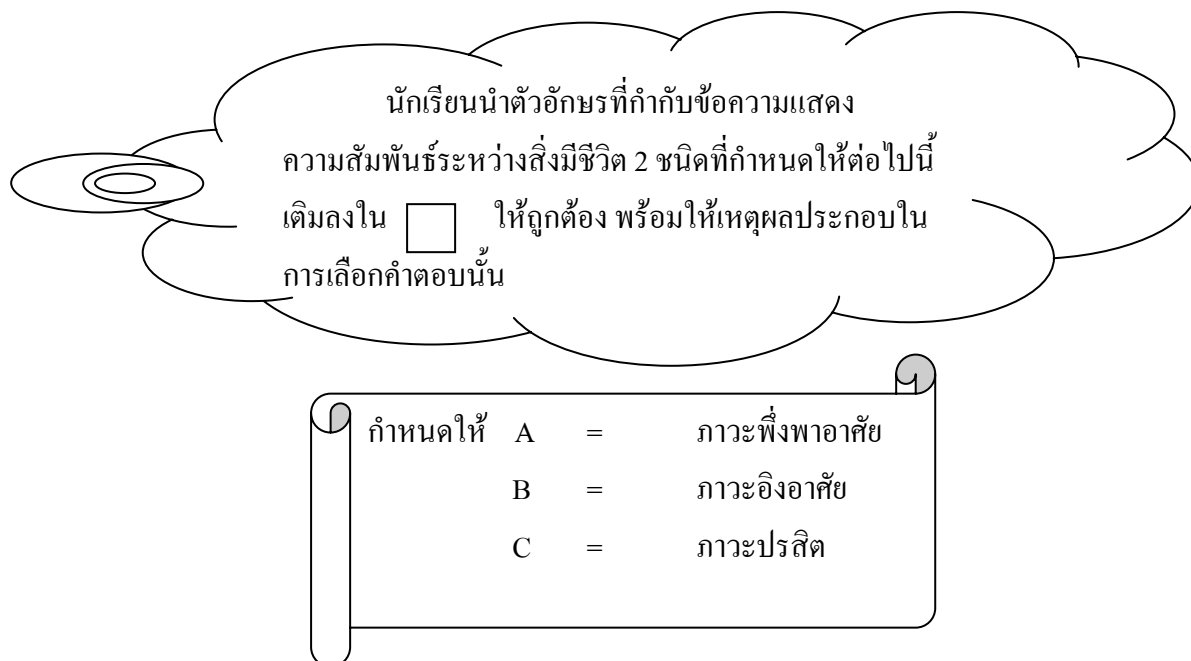
4. โพรโทซัวในลำไส้ปลวก มีความสัมพันธ์แบบเดียวกับสิ่งมีชีวิตคู่ใด

- ก. งูกับกบ
- ข. รากับสาหร่าย
- ค. พยาธิใบไม้ในต้นคน
- ง. หนอนผีเสื้อกับต้นไม้
- จ. ปลาฉลามกับเหาฉลาม

5. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีการปรับชั่วคราวเพื่อให้เข้ากับธรรมชาติ

- ก. กบจำศีล, ต้นถั่วเอนเข้าหาแสง
- ข. ตั๊กแตนใบไม้, กบจำศีล
- ค. กระบองเพชร, ตั๊กแตนกิ่งไม้
- ง. การอพยพของนก, ปลาที่มีรูปร่างเพรีว
- จ. หมิข้าวโลกมีขนหนา, กระบองเพชร

ตอนที่ 2 คำชี้แจง นักเรียนตอบคำถามและอธิบายอย่างชัดเจน ตามหัวข้อต่อไปนี้ (3 คะแนน)



☐ 1. เหาฉลามจะเกาะอยู่ใต้ตัวปลาฉลาม เพื่อกินเศษอาหารที่เหลือจากปลาฉลาม
เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

☐ 2. พยาธิไส้เดือนตัวแบนที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารของสุนัข
เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

☐ 3. ไกลเคน เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างรากกับสาหร่าย โดยสาหร่ายได้ความชุ่มชื้นและแร่ธาตุจากราก ส่วนรากได้อาหารที่สาหร่ายสร้างขึ้น
เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

หน่วยที่ 2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ตอนที่ 1

1. ง
2. ข
3. ง
4. ข
5. ก

ตอนที่ 2

นักเรียนนำตัวอักษรที่กำกับข้อความแสดงความสัมพันธ์
ระหว่างสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่กำหนดให้ต่อไปนี้เติมลงใน ☐
ให้ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลประกอบในการเลือกคำตอบนั้น

กำหนดให้	A	=	ภาวะพึ่งพาอาศัย
	B	=	ภาวะอิงอาศัย
	C	=	ภาวะปรสิต

B

1. เหาฉลามจะเกาะอยู่ใต้ตัวปลาฉลาม เพื่อกินเศษอาหารที่เหลือจากปลาฉลาม

เหตุผลประกอบ

ภาวะอิงอาศัยหรือภาวะเกื้อกูล (Commensalism) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตโดยที่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์แต่ก็ไม่เสียประโยชน์

ปลาฉลามกับเหาฉลาม เหาฉลามอาศัยอยู่ใกล้ตัวปลาฉลามและกินเศษอาหารจากปลาฉลาม ซึ่งปลาฉลามจะไม่ได้ประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์

C

2. พยาธิไส้เดือนตัวแบนที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารของสุนัข

เหตุผลประกอบ

ภาวะปรสิต (Parasitism) เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีฝ่ายหนึ่งเป็นผู้เบียดเบียน เรียกว่า ปรสิต (parasite) และอีกฝ่ายหนึ่งเป็นเจ้าของบ้าน (host)

พยาธิไส้เดือนตัวแบนที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารของสุนัขจะได้อาหารจากสุนัขแต่สุนัขไม่ได้ประโยชน์จากพยาธิแต่เสียอาหารให้กับพยาธิ

A

3. ไโลเคน เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างรากับสาหร่าย โดยสาหร่ายได้ความชุ่มชื้นและแร่ธาตุจากราก ส่วนรากได้อาหารที่สาหร่ายสร้างขึ้น

เหตุผลประกอบ

ภาวะพึ่งพากัน หรือ การได้รับประโยชน์ร่วมกัน (Mutualism) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่ได้ประโยชน์ด้วยกันทั้งสองชนิด

การอยู่ร่วมกันระหว่างรากับสาหร่ายที่สิ่งมีชีวิตทั้งสองต่างได้ประโยชน์ด้วยกันทั้ง 2 ฝ่าย โดยสาหร่ายได้ความชุ่มชื้นและแร่ธาตุจากราก ส่วนรากได้อาหารที่สาหร่ายสร้างขึ้น

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมนี้ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ศึกษา ตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยและหาวิธีแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรม และเนื้อหาของกิจกรรมให้เข้าใจเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ใช้เวลา 2 คาบ 100 นาที
2. นักเรียนจัดกลุ่มๆละ 3 คน
3. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาสาระความรู้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และตอบคำถามที่อยู่ในสาระนั้น
5. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา
 - ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน
 - ขั้นที่ 3 ขั้นตอนทดลอง
 - ขั้นที่ 4 สรุปผลการทดลอง
6. นักเรียนทำคำถามท้ายกิจกรรม
7. ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมถ้ามีปัญหาหรือข้อสงสัย สามารถปรึกษาครูผู้สอนได้

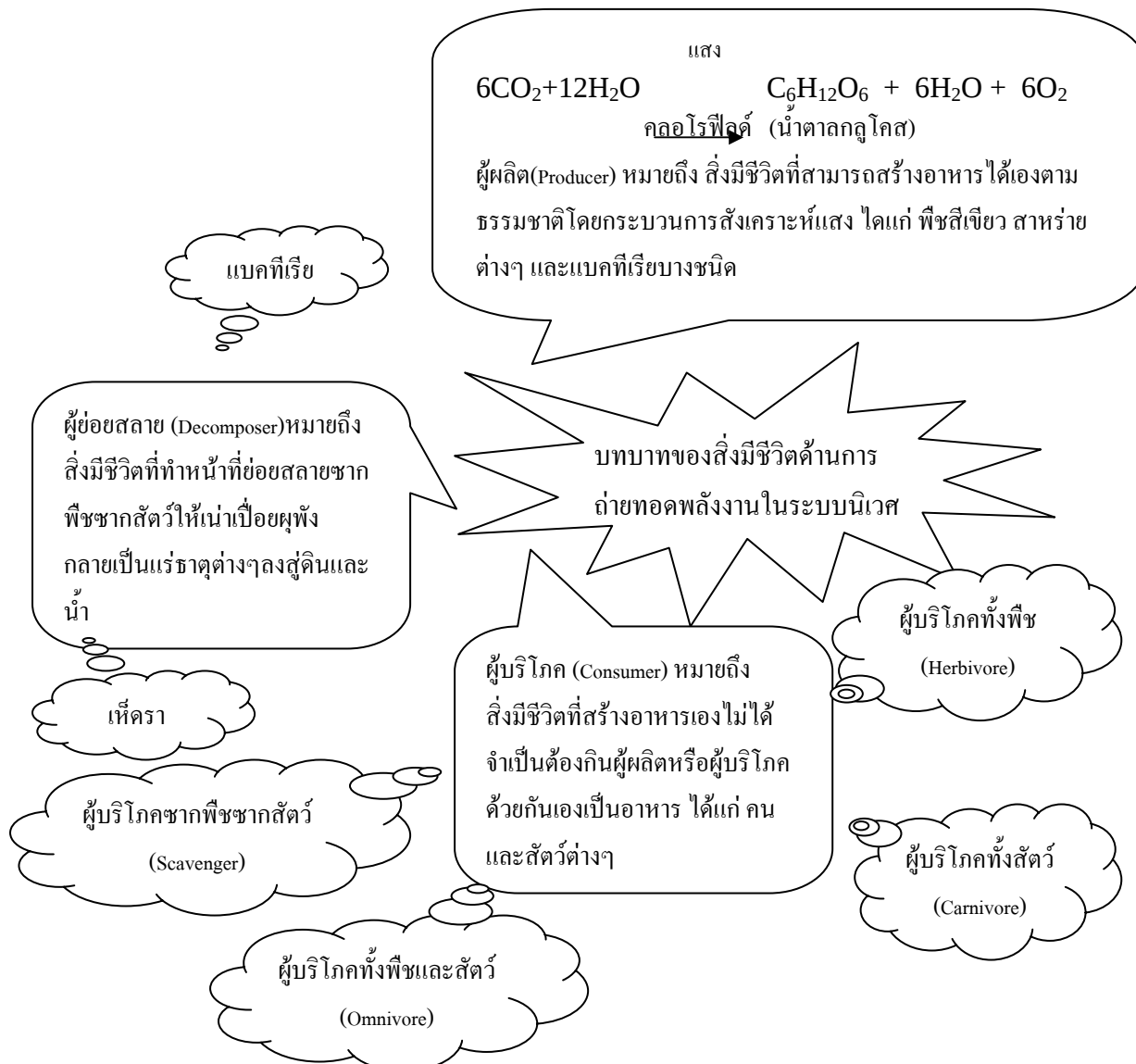
จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศได้
2. เขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานในรูปแบบห่วงโซ่อาหาร สายใยอาหาร และพีระมิดพลังงานได้

สารนารู้

ในระบบนิเวศต่างๆ จะประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอยู่ร่วมกันเสมอ และมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันโดยแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน ซึ่งความสัมพันธ์อย่างหนึ่งระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันก็คือด้านการกินอาหาร ความสัมพันธ์เกี่ยวกับการกินอาหารของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเป็นการถ่ายทอดพลังงาน ซึ่งบทบาทด้านการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอาจเป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค หรือผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารก็ได้ ดังแผนภาพต่อไปนี้





นักเรียนสำรวจอาหารของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้ แล้วเติมข้อความลงในตาราง
ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

ชนิดของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประเภทของอาหารที่กิน บทบาทที่มีต่อระบบนิเวศ



เห็ด



กบ



เหยี่ยว



นกแก้ว

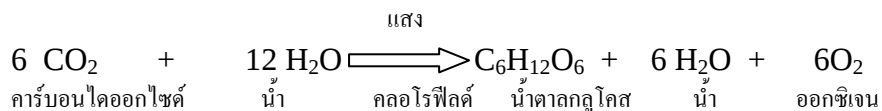


ป่าไม้



ห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร

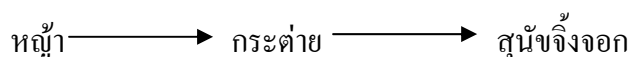
พลังงานเริ่มต้นในระบบนิเวศส่วนใหญ่ คือ แสงอาทิตย์ โดยผู้ผลิตซึ่งเป็นพืชสีเขียวจะใช้แสงอาทิตย์เปลี่ยนน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส ดังแผนภาพต่อไปนี้



พลังงานจากผู้ผลิตจะถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศแสดงได้ด้วยห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) ดังภาพ



แผนภาพแสดงความสัมพันธ์กันของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศทุ่งหญ้า พลังงานถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภคเขียนแทนด้วยลูกศร



จากห่วงโซ่อาหารข้างบนนี้ หญ้าจัดเป็นผู้ผลิต กระต่ายเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 และสุนัขจิ้งจอก จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 หรือเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย

หลักการเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารนิยมให้ผู้กินหรือเหยื่ออยู่ทางซ้ายมือ และผู้กินหรือผู้ล่าอยู่ทางขวามือ มีลูกศรอยู่ระหว่างผู้ถูกกินกับผู้กิน โดยให้หัวลูกศรชี้ไปทางผู้กินหรือผู้ล่าเสมอ





ให้นักเรียนเขียนและวาดภาพประกอบห่วงโซ่อาหาร
มา 4 ห่วงโซ่ โดยให้มีผู้ผลิต ผู้บริโภคลำดับที่ 1
และผู้บริโภคลำดับที่ 2 (4 คะแนน)



การถ่ายทอดพลังงานโดยการกินกันเป็นทอดๆของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาตินั้นไม่ได้เป็นลำดับง่ายอย่างห่วงโซ่อาหารแต่จะมีความซับซ้อนมากกว่า เรียกว่า สายใยอาหาร (Food Web) ทั้งนี้เพราะสิ่งมีชีวิตหนึ่งมักกินสิ่งมีชีวิตหลายชนิดเป็นอาหาร เช่น งูกินทั้งกบ หนู และนก และสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง อาจเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตได้หลายชนิด เช่น กบ เป็นอาหารของงูและเหยี่ยว ซึ่งสายใยอาหารก็คือห่วงโซ่อาหารมากมายหลายเส้นมาสัมพันธ์กันนั่นเอง ยิ่งสายใยอาหารมีความซับซ้อนมากเพียงใด ก็แสดงว่าระบบนิเวศนั้นมีความสมดุลมากขึ้นเพียงนั้น ดังภาพ



สายใยอาหารประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างห่วงโซ่อาหารหลายห่วงโซ่



ให้นักเรียนนำห่วงโซ่อาหารทั้ง 4 ห่วงโซ่ที่
เขียนไว้แล้วในกิจกรรมที่ผ่านมา นำมาเขียนเป็น
สายใยอาหาร โดยให้มีผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อย
สลาย พร้อมทั้งวาดภาพประกอบ (2 คะแนน)



พีระมิดพลังงาน (Energy Pyramid)

สิ่งมีชีวิตกินอาหารเพื่อให้ได้พลังงานไปใช้ในการเคลื่อนไหว การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และดำเนินกิจกรรมในการดำรงชีวิต จึงมีพลังงานเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ได้ถ่ายทอดพลังงานให้กับสิ่งมีชีวิตลำดับถัดมาในสายใยอาหาร ซึ่งพลังงานจะมีมากที่สุดในลำดับผู้ผลิต และในแต่ละลำดับที่สูงขึ้นไปของพีระมิดจะมีพลังงานน้อยกว่าในลำดับที่ต่ำกว่าลงมา สายใยอาหารส่วนใหญ่จึงมีลำดับการกินไม่เกิน 4 ลำดับ เมื่อนำมาเขียนเป็นแผนภาพจะมีลักษณะคล้ายพีระมิด



แผนภาพพีระมิดพลังงานแสดงการถ่ายทอดพลังงาน ซึ่งจะถ่ายทอดพลังงานจากลำดับหนึ่งไปสู่อีกลำดับหนึ่งที่สูงขึ้นไปเพียง 10 % เท่านั้น

3. จัดลำดับผู้บริโภคจากห่วงโซ่อาหารที่เขียนไว้ในข้อ 2 แล้วเขียนเป็นแผนภาพพีระมิดพลังงาน พร้อมทั้งวาดภาพผู้บริโภคในลำดับต่างๆลงในพีระมิดพลังงานให้สวยงาม (2 คะแนน)

Just Not
Cutey and Stubbins Web designer

วาดรูปให้ตอนเช้าเรานะเพราะ
เราไม่มีเวลาเขียน



สถานการณ์น่าคิด



ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมใช้สารเคมีในการปราบศัตรูพืช นักเรียนคิดว่าการใช้สารเคมีดังกล่าวมีผลต่อสายใยอาหารในระบบนิเวศหรือไม่

1. ขั้นระบุปัญหา

(3 คะแนน)

ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบเขียนในรูปของประโยคคำถาม

🧐 นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษา แล้วเลือกเพียง 1 ปัญหาให้ครอบคลุมสถานการณ์ที่กำหนดให้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

.....

ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผลในการเลือกปัญหานี้ คือ

.....

.....

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน

(4 คะแนน)

สมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ต้องมีการทดลองทดสอบ ซึ่งผลที่ได้จะนำมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆตามมา

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อสาเหตุเปลี่ยนไปสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไปด้วย



นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด และสามารถทดสอบได้
สมมติฐานที่ตั้งไว้

.....
.....

สมมติฐานที่เลือก

.....
.....

เหตุผลในการเลือกตั้งสมมติฐานนี้ คือ

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

ตัวแปรต้น คือ

.....
.....

ตัวแปรตาม คือ

.....
.....

3. ขั้นทดลอง

(4 คะแนน)

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติจริงโดยระบุวิธีทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้

อุปกรณ์ในการทดลอง

.....

.....

 นักเรียนออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมสถานการณ์ ปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเขียนให้สามารถปฏิบัติได้

ขั้นการทดลอง

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

เหตุผลในการเลือกการทดลองนี้ คือ

.....

.....

.....

.....

.....



นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทดลองที่ออกแบบไว้ให้ครบขั้นตอน แล้วนำเสนอ
ข้อมูลที่ได้ให้เข้าใจง่ายที่สุด เช่น ตาราง กราฟ การบรรยาย

บันทึกผลการทดลอง (2 คะแนน)

4. ขั้นสรุปผลทดลอง

(2 คะแนน)

การสรุปผลการทดลอง หมายถึง การสามารถแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด



นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
สรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

คำถามท้ายกิจกรรม

หน่วยที่ 3 สายใยอาหาร

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากข้อ ก ข ค ง จ โดย
ขีดเครื่องหมาย (x) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิตอย่างถูกต้อง

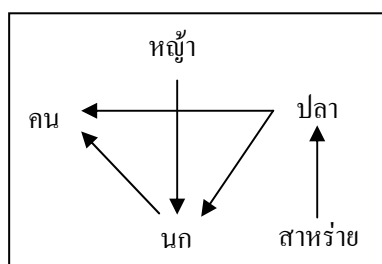
- | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| ก. พลังงานแสง | พลังงานเคมี | พลังงานความร้อน |
| ข. พลังงานแสง | พลังงานความร้อน | พลังงานเคมี |
| ค. พลังงานเคมี | พลังงานความร้อน | พลังงานแสง |
| ง. พลังงานความร้อน | พลังงานแสง | พลังงานเคมี |
| จ. พลังงานความร้อน | พลังงานเคมี | พลังงานแสง |

2. สายใยอาหาร หมายถึงข้อใด

- ก. การแสดงลำดับการบริโภค
- ข. ผู้ผลิตซึ่งมีหลายชนิดทั้งพืชและสัตว์
- ค. การถ่ายทอดพลังงานอย่างเป็นลำดับ
- ง. ความสัมพันธ์กันในห่วงโซ่อาหารแต่ละห่วงโซ่
- จ. ห่วงโซ่อาหารหลายห่วงโซ่มีความสัมพันธ์กัน

3. แผนภาพนี้แสดงให้เห็นถึงสิ่งใด

- ก. ประชากร
- ข. แหล่งที่อยู่
- ค. ห่วงโซ่อาหาร
- ง. สายใยอาหาร
- จ. ระบบนิเวศ



4. ข้อใดแสดงฐานะของผู้บริโภคลำดับที่หนึ่งได้ชัดเจนที่สุด

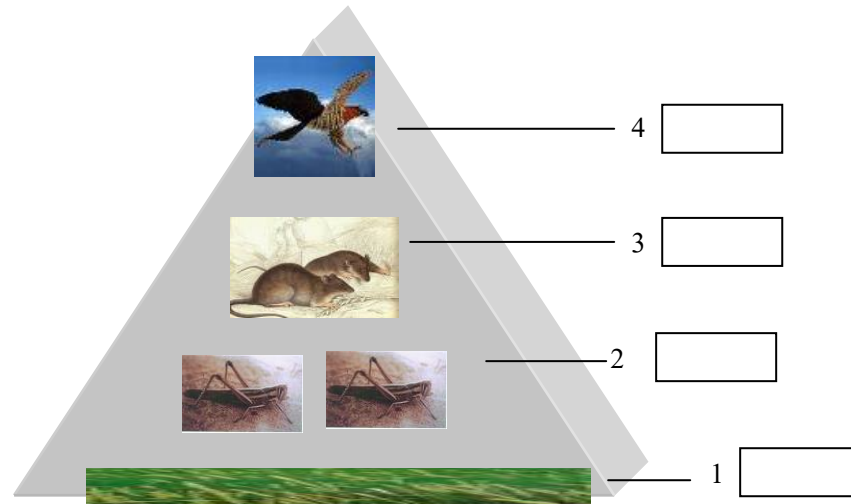
- ก. วัวกินหญ้า
- ข. งูกินไก่
- ค. เสือกินวัว
- ง. ปลวกกินไม้
- จ. ไก่กินหนอน

5. ความสัมพันธ์ในแง่ใดมีมากที่สุดของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกัน

- ก. เป็นผู้ผลิตเหมือนกัน
- ข. เป็นผู้บริโภคเหมือนกัน
- ค. การถ่ายทอดพลังงาน
- ง. เป็นสิ่งมีชีวิตเหมือนกัน
- จ. อยู่ในระบบนิเวศเดียวกัน

ตอนที่ 2 คำชี้แจง นักเรียนตอบคำถามและอธิบายอย่างชัดเจน

จากภาพที่กำหนดให้ จงบอกบทบาทของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
 พืชอยู่ใน และตอบคำถาม (8 คะแนน)



1. เขียนห่วงโซ่อาหารได้ ดังนี้

.....

.....

2. ผู้บริโภคลำดับที่ 1 เป็นสัตว์ที่กินอาหารประเภท

.....

3. ผู้บริโภคลำดับที่ 2 เป็นสัตว์กินอาหารประเภท

.....

หรืออาจกินอาหารประเภท

.....

4. ผู้บริโภคลำดับที่ 3 เป็นสัตว์ที่กินอาหารประเภท

.....

.....

.....

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

หน่วยที่ 3 สายใยอาหาร

ตอนที่ 1

1. ก
2. จ
3. ง
4. ก
5. ค

ตอนที่ 2

จากภาพที่กำหนดให้ จงบอกบทบาทของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
ห่วงโซ่อาหารใน และตอบคำถาม

1. ผู้ผลิต
2. ผู้บริโภคลำดับที่ 1
3. ผู้บริโภคลำดับที่ 2
4. ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย

-
1. เขียนห่วงโซ่อาหารได้ดังนี้ หญ้า → ตั๊กแตน → หนู → เหยี่ยว
 2. ผู้บริโภคลำดับที่ 1 เป็นสัตว์ที่กินอาหารประเภท พืช
 3. ผู้บริโภคลำดับที่ 2 เป็นสัตว์กินอาหารประเภท พืช หรืออาจกินอาหารประเภท สัตว์
 4. ผู้บริโภคลำดับที่ 3 เป็นสัตว์ที่กินอาหารประเภท สัตว์

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 4

เรื่อง วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ



กลุ่มที่

ชื่อกลุ่ม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่/....

สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมนี้ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ศึกษา ตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยและหาวิธีแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม เวลาที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรม และเนื้อหาของกิจกรรมให้เข้าใจเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ ใช้เวลา 4 คาบ 200 นาที
2. นักเรียนจัดกลุ่มๆละ 3 คน
3. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาสาระนำรู้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และตอบคำถามที่อยู่ในสาระนำรู้
5. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา
 - ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน
 - ขั้นที่ 3 ขั้นตอนทดลอง
 - ขั้นที่ 4 สรุปผลการทดลอง
6. นักเรียนทำคำถามท้ายกิจกรรม
7. ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมถ้ามีปัญหา หรือข้อสงสัย สามารถปรึกษาครูผู้สอนได้

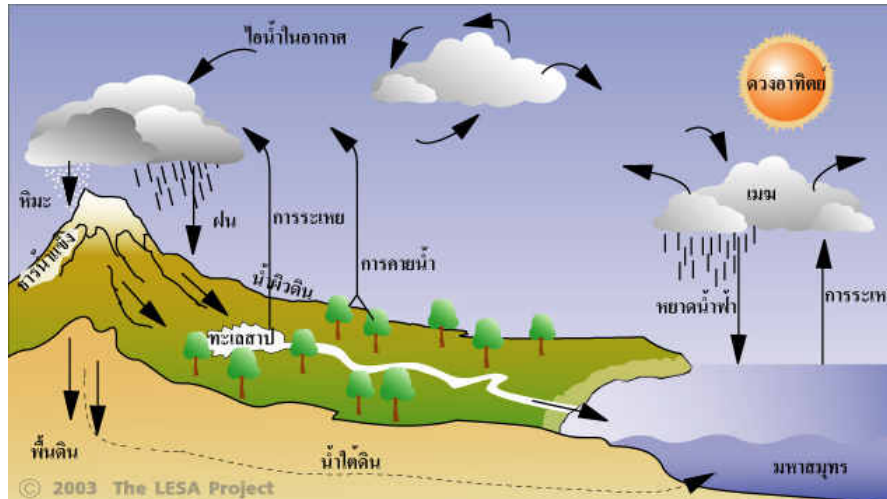
จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายวัฏจักรของน้ำ ไนโตรเจน ออกซิเจน ในระบบนิเวศได้
2. เขียนแผนภาพประกอบวัฏจักรของสารในระบบนิเวศได้

ธารน้ำรู้

วัฏจักรน้ำ



การหมุนเวียนน้ำในระบบนิเวศ พื้นผิวโลกของเรามีส่วนที่เป็นแหล่งน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 3 ส่วน ร่างกายของสิ่งมีชีวิตก็มีน้ำเป็นองค์ประกอบใหญ่ น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตอย่างยิ่งในระบบนิเวศ เป็นตัวกลางของกระบวนการต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่หมุนเวียนอยู่ในระบบนิเวศดังแผนภาพ

ถ้าพิจารณาจากแผนภาพ จะเห็นว่าน้ำหมุนเวียนอยู่ในระบบนิเวศได้โดยที่น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ บนพื้นผิวโลกมีการระเหยกลายเป็นไอน้ำลอยตัวขึ้นสู่บรรยากาศ แล้วรวมตัวเป็นเมฆและควบแน่นเป็นน้ำฝนตกสู่พื้นผิวโลกอีกครั้ง สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการใช้น้ำในกระบวนการต่างๆ เพื่อการดำรงชีวิต พืชต้องการน้ำในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญเติบโต สัตว์ต้องการน้ำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ในเซลล์ มนุษย์ใช้น้ำทั้งในการอุปโภคบริโภค

น้ำจากกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตจะกลับสู่ธรรมชาติอีกเช่นกัน ได้แก่ กระบวนการหายใจ การขับถ่าย กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ กระบวนการเหล่านี้มีการปล่อยไอน้ำออกสู่บรรยากาศ แล้วรวมตัวควบแน่นเป็นฝนไหลลงสู่แหล่งน้ำ การใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ของคน ก็มีการปล่อยน้ำกลับคืนสู่ธรรมชาติ น้ำจึงหมุนเวียนอยู่ในระบบนิเวศทำให้คน สัตว์ และพืชได้ใช้ในการดำรงชีพ



จากภาพ เมื่อปิดสวนถาดด้วยพลาสติกและนำไปวางไว้กลางแจ้ง นักเรียนคิดว่าภายในสวนถาดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

สงสัยจึงเลยจะทำ (3 คะแนน)

- พืชในสวนถาดเจริญเติบโตได้เนื่องจาก

.....

.....

.....

- หยดน้ำที่พบด้านในของพลาสติกที่ปิดฝาเกิดจาก

.....

.....

.....

- นักเรียนคิดว่า สวนหย่อมในขวดโหลจะอยู่ได้นานหรือไม่

.....

.....

.....

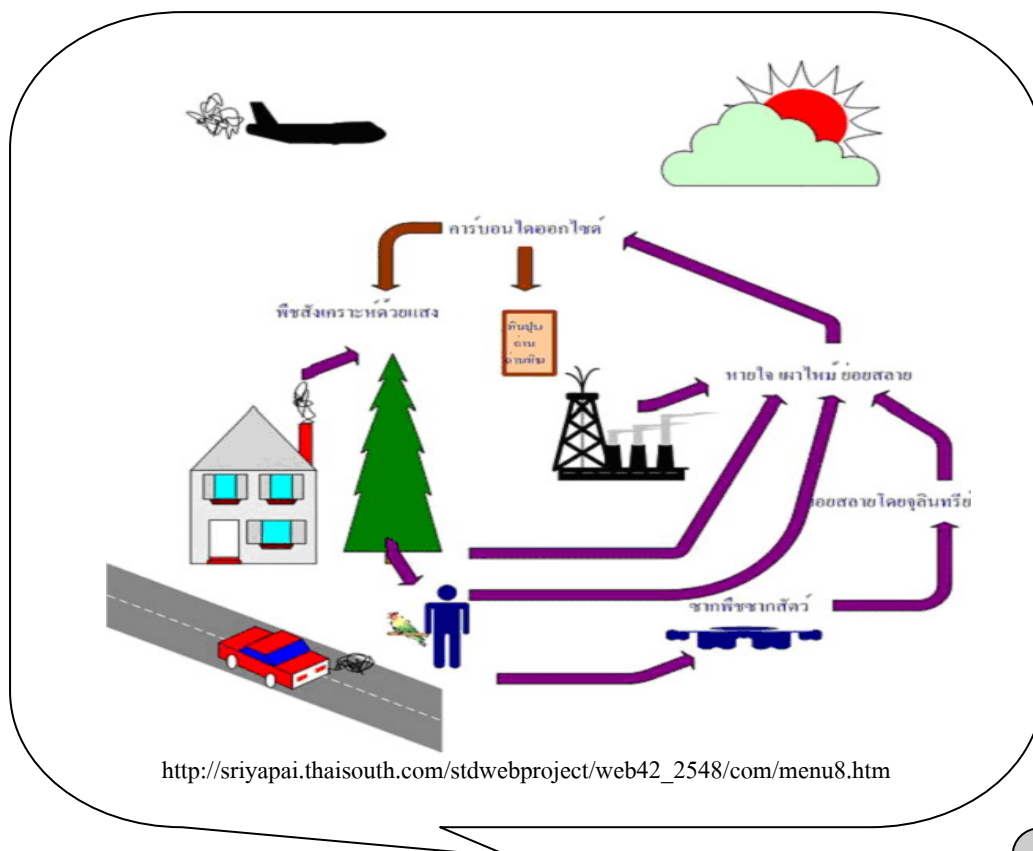
เพราะ

.....

.....

.....

วัฏจักรคาร์บอน

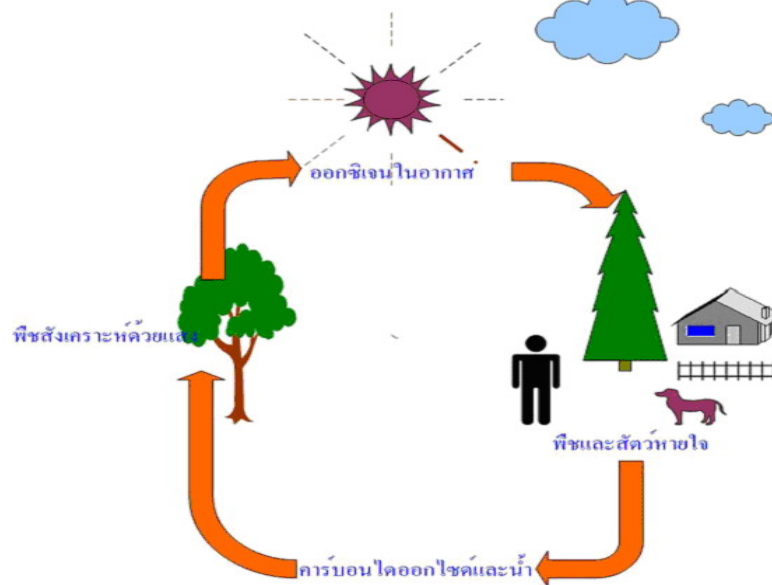


ธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรีย์สารในร่างกายสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ฯลฯ และยังเป็นสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบนิเวศ ในบรรยากาศมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การหายใจของสิ่งมีชีวิตจะมีคาร์บอนไดออกไซด์ปล่อยออกสู่บรรยากาศรวมทั้งกระบวนการย่อยสลายของกลุ่มผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารก็มีคาร์บอนกลับคืนสู่บรรยากาศด้วย

นอกจากนี้การสะสมของตะกอนอินทรีย์ใต้ผิวโลกเป็นเวลานาน ก็จะแปรสภาพเป็นพลังงานใหญ่ ในรูปของเชื้อเพลิงฟอสซิลต่างๆ ได้แก่ ถ่านหิน และปิโตรเลียม ฯลฯ ซึ่งเป็นแหล่งของธาตุคาร์บอนด้วย

การหมุนเวียนธาตุคาร์บอน เริ่มด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่ละลายในน้ำฝนทำให้น้ำฝนมีสภาพเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อน ไหลผ่านซากอินทรีย์ ดิน ตลอดจนชั้นหินต่างๆ ทำให้เกิดการสลายของหิน และเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมโบคาร์บอเนต สะสมอยู่ในแหล่งน้ำ พืชสามารถใช้น้ำใต้ดินที่ ส่วนพืชบกจะได้รับคาร์บอนในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ ดังนั้นคาร์บอนจึงหมุนเวียนอยู่ในระบบนิเวศอย่างสมดุล ดังแผนภาพ

วัฏจักรออกซิเจน



http://sriyapai.thaisouth.com/stdwebproject/web42_2548/com/menu8.htm

วัฏจักรน้ำและวัฏจักรออกซิเจน มีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกัน เพราะต่างประกอบด้วย โมเลกุลออกซิเจนโดยทั่วไป O_2 ได้มาจากการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วจึงเปลี่ยนเป็นน้ำใน ขั้นตอนการหายใจที่มีการใช้ O_2

วัฏจักรออกซิเจนแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

1. การสังเคราะห์ด้วยแสง

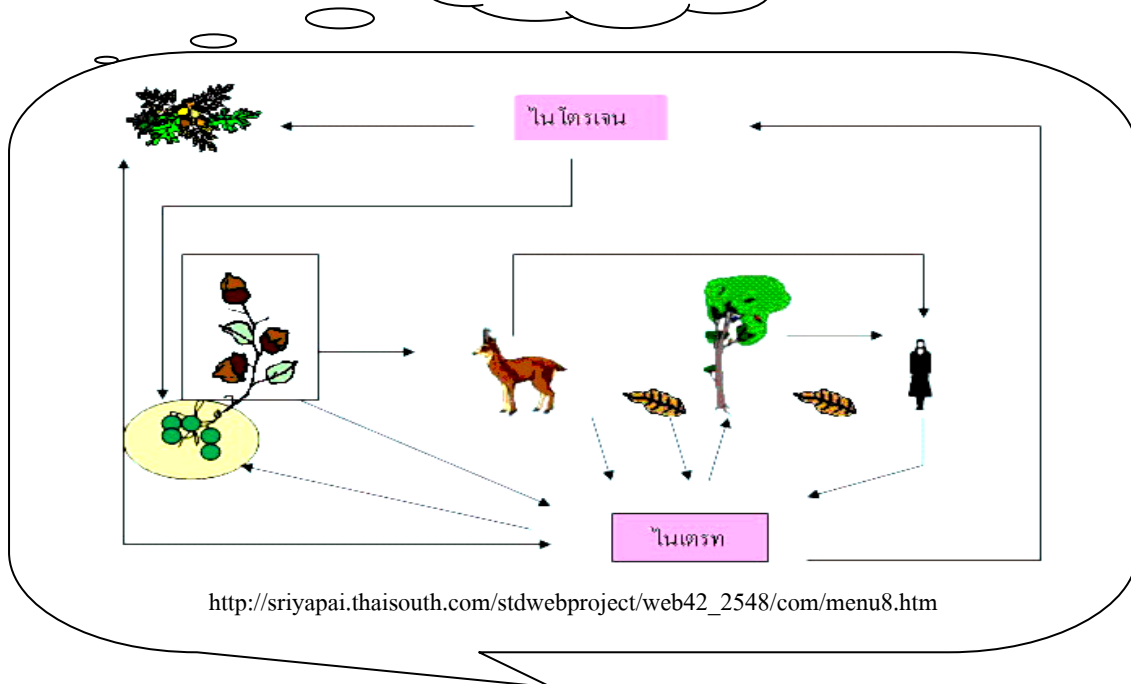
เป็นกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยใช้ H_2O และ CO_2 ซึ่งจะได้น้ำตาล $(CH_2O)_n$ และ O_2 เป็นผลิตภัณฑ์ **light**



2. การหายใจแบบใช้ออกซิเจน

เป็นกระบวนการที่สิ่งมีชีวิตเปลี่ยนพลังงานที่สะสมภายใน cell เป็นพลังงานความร้อน ซึ่งใช้ O_2 ในปฏิกิริยา และให้ CO_2 ดังนั้น ปฏิกิริยาการหายใจจึงเป็นปฏิกิริยาผันกลับของปฏิกิริยาการสังเคราะห์

วัฏจักรไนโตรเจน



ในบรรยากาศมีก๊าซไนโตรเจนประมาณ 79 เปอร์เซ็นต์ พืชคือ ผู้ผลิตในระบบนิเวศ ที่ใช้ไนโตรเจน สังเคราะห์โปรตีน และมีการถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นในระบบนิเวศตามห่วงโซ่อาหาร ไนโตรเจนเป็นธาตุที่สำคัญ เป็นส่วนของโปรตีน กรดนิวคลีอิก สัตว์ไม่สามารถนำเอาไนโตรเจนอิสระ ในอากาศ มาเป็นองค์ประกอบของโปรตีนในเนื้อเยื่อได้ แต่จะได้จากการกินพืชหรือกินสัตว์ที่กินพืช ไนโตรเจนจึงจะถูกดูดซึม มาเป็นองค์ประกอบในเนื้อเยื่อ เมื่อสัตว์ขับถ่ายหรือสัตว์ตายเน่าเปื่อย ไนโตรเจนจะอยู่ในสภาพแอมโมเนีย (NH_4)

ต่อมาถูกแบคทีเรียไนตริไฟเออร์ (Nitrifier) เปลี่ยนให้เป็นไนไตรท์ (NO_2) และไนเตรท (NO_3) ตามลำดับ ซึ่งพืชสามารถดูดซึมนำไปใช้ได้ ในระยะนี้ อาจถูกเปลี่ยนให้เป็นไนโตรเจนอิสระ ในอากาศโดยแบคทีเรียดีไนตริไฟเออร์ (Denitrifier) และไนโตรเจนอิสระนี้ อาจถูกแบคทีเรียชนิดจับไนโตรเจน (Nitrogen fixing bacteria) จับแล้วเปลี่ยนเป็นไนเตรท ที่พืชสามารถนำไปใช้สร้างโปรตีนได้ หรืออาจกล่าวตามลำดับคือ

1. การสร้างแอมโมเนีย (Ammonification) ซึ่งเกิดจากการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตและการย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์พวก แอมโมนิไฟอิง (Ammonifying microorganism) โดยการขับเอนไซม์ไปย่อยสลาย เปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แอมโมเนีย
2. การสร้างไนเตรท (Nitrification) แอมโมเนียไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้ในพืช แต่จะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์และไนเตรทตามลำดับ
3. การผกผันกลับของไนเตรท (Denitrification) *Pseudomonas Micrococcus* และราบางชนิด จุลินทรีย์เหล่านี้ ใช้ไนเตรทเป็นแหล่งออกซิเจน ได้ไนโตรเจนอิสระ
4. การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation) สิ่งมีชีวิตที่สำคัญ 2 กลุ่ม ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ 1) จุลินทรีย์ ได้แก่จุลินทรีย์ที่อาศัยในแหล่งต่างๆ ในระบบนิเวศโดยทั่วไป มีทั้งแบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน รา และยีสต์ จะสลายซากอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนในสิ่งแวดล้อม 2) ปราการตรึงไนโตรเจนโดยพืช พืชตระกูลถั่ว การตรึงไนโตรเจนของพืช เมื่อมีพลังงานสูงขึ้น อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดการรวมตัวของออกซิเจน และไนโตรเจน และเมื่อมีฝนตกออกไซด์ของไนโตรเจน จะละลายน้ำ ได้เป็นสารประกอบในดิน ซึ่งพืชดูดซึมไปใช้ได้



สถานการณ์น้ำเค็ม

ภาวะโลกร้อน คือ การที่ อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากภาวะเรือนกระจก หรือที่เรา รู้จักกันในชื่อ ว่า Green house effect ซึ่งมีต้นเหตุจากการที่มนุษย์ ได้เพิ่มปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ จาก การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การขนส่ง และการผลิตในโรงงาน อุตสาหกรรม นอกจากนั้น มนุษย์เรายังได้เพิ่มก๊าซกลุ่มไนตรัสออกไซด์ และคลอโรฟลูโอ คาร์บอน (CFC) เข้าไปอีก ด้วย พร้อมๆกับการที่เราตัดและทำลาย ป่าไม้จำนวนมากเพื่อสร้าง สิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ทำให้กลไกใน การดึงเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไป จากระบบบรรยากาศกลดทอนประสิทธิภาพลง และในที่สุดสิ่งต่างๆที่เราได้กระทำ ต่อโลกได้ หวนกลับมาสู่เราในลักษณะของ ภาวะโลกร้อน ซึ่งปรากฏการณ์ทั้งหลายเกิดจากภาวะโลกร้อน ขึ้นที่มีมูลเหตุมาจากการปล่อยก๊าซพิษต่าง ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้แสงอาทิตย์ส่องทะลุ ผ่านชั้นบรรยากาศมาสู่พื้น โลกได้มากขึ้น ซึ่งนั่นเป็นที่รู้จักกันโดยเรียกว่า สภาวะเรือนกระจก

1. ขั้นระบุปัญหา

(3 คะแนน)

ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบเขียนในรูปของประโยคคำถาม



นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่ศึกษา แล้วเลือกเพียง 1 ปัญหาให้ครอบคลุม

สถานการณ์ที่กำหนดให้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

.....

ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผลในการเลือกปัญหานี้ คือ

.....

.....

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน

(4 คะแนน)

สมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ต้องมีการทดลองทดสอบ ซึ่งผลที่ได้จะนำมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆตามมา

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อสาเหตุเปลี่ยนไปสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนไปด้วย



นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด และสามารถทดสอบได้
สมมติฐานที่ตั้งไว้

.....
.....

สมมติฐานที่เลือก

.....
.....

เหตุผลในการเลือกตั้งสมมติฐานนี้ คือ

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

ตัวแปรต้น คือ

.....
.....

ตัวแปรตาม คือ

.....
.....

3. ขั้นทดลอง

(4 คะแนน)

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติจริงโดยระบุวิธีทดลองให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้

อุปกรณ์ในการทดลอง

.....

 นักเรียนออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมสถานการณ์ ปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเขียนให้สามารถปฏิบัติได้

ขั้นการทดลอง

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

เหตุผลในการเลือกการทดลองนี้ คือ

.....



นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทดลองที่ออกแบบไว้ให้ครบขั้นตอน แล้วนำเสนอ
ข้อมูลที่ได้ให้เข้าใจง่ายที่สุด เช่น ตาราง กราฟ การบรรยาย

บันทึกผลการทดลอง (2 คะแนน)

4. ขั้นสรุปผลทดลอง

(2 คะแนน)

การสรุปผลการทดลอง หมายถึง การสามารถแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด



นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

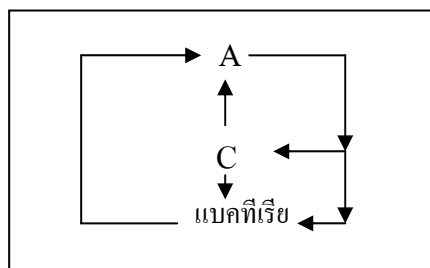
คำถามท้ายกิจกรรม

หน่วยที่ 4 วัฏจักรสาร

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากข้อ ก ข ค ง จ โดยขีดเครื่องหมาย (x) ลงในกระดาษคำตอบ

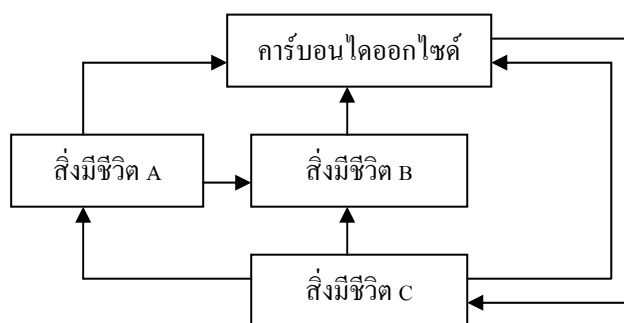
1. จากแผนภาพต่อไปนี้ A ควรเป็นข้อใด

- ก. น้ำ
- ข. ออกซิเจน
- ค. ไนโตรเจน
- ง. ฟอสฟอรัส
- จ. คาร์บอนไดออกไซด์



2. จากแผนภาพ สิ่งมีชีวิต B คือข้อใด

- ก. ผู้ล่า
- ข. ผู้ผลิต
- ค. ผู้ถูกล่า
- ง. ผู้บริโภค
- จ. ผู้ย่อยสลาย



3. การป้องกันไม่ให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากปรากฏการณ์เรือนกระจก วิธีใดเหมาะสมที่สุด

- ก. ลดการใช้เชื้อเพลิง
- ข. ปลุกผักสวนครัวใช้ทุกบ้าน
- ค. งดเดินในห้างสรรพสินค้า
- ง. งดการโทรทัศน์ให้น้อยลง
- จ. ติดเครื่องกรองอากาศในรถยนต์

4. พลังงานจากดวงอาทิตย์ พืชจะนำมาสะสมไว้ในรูปของสารใด

- ก. อินทรีย์สาร
- ข. ออกซิเจน
- ค. คาร์บอนไดออกไซด์
- ง. น้ำ และกลูโคส
- จ. น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์

5. ภายในตู้ปลามีการหมุนเวียนของแก๊สชนิดใดบ้าง

- ก. ออกซิเจน
- ข. ไนโตรเจน
- ค. คาร์บอนไดออกไซด์
- ง. ออกซิเจน และไนโตรเจน
- จ. ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์

ตอนที่ 2

คำชี้แจง : นักเรียนตอบคำถามและอธิบายอย่างชัดเจน

1. นักเรียนอธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

หน่วยที่ 4 วัฏจักรสาร

ตอนที่ 1

1. จ
2. ง
3. ก
4. ก
5. ค

ตอนที่ 2

ข้อ 1

ภาวะเรือนกระจก หรือ Green house Effect ซึ่งมีต้นเหตุจากการที่มนุษย์ได้เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การขนส่ง และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม และการเพิ่มสารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC) เข้าไปอีก ทำให้ไปทำลายชั้นโอโซนให้เบาบางลงทำให้แสงแดดส่งมายังโลกมากขึ้นแต่โลกไม่สามารถส่งความร้อนออกนอกโลกได้เนื่องจากมีก๊าซเรือนกระจกกั้นความร้อนนั้นเอาไว้ ทำให้โลกมีภาวะร้อนขึ้น

ข้อ 2

1. ทำให้โลกมีภาวะร้อนขึ้น
2. ฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป
3. น้ำแข็งขั้วโลกเกิดการละลาย
4. สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวได้ไม่สามารถดำรงชีวิตได้

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวณัฏฐา ไชยรัตน์
วันเดือนปีเกิด	19 มีนาคม 2523
สถานที่เกิด	อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	283/163 ถนนลาดพร้าว แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครู คศ. 1 โรงเรียนบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านบางกะปิ เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10210
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษาที่ 1 – 6 จาก โรงเรียนผดุงนารี จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2545	การศึกษาศาสตรบัณฑิต เอกวิทยาศาสตร์-เคมี จาก มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
พ.ศ. 2550	กศม. (เอกการมัธยมศึกษา การสอนวิทยาศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร