# ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปิยะนารถ ประดับมุข

GRAD VRU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2563

# EFFECT OF MODEL- BASED LEARNING DEVELOPMENT CONCEPT AND ABILITY TO CREATE SCIENTIFIC WEATHER MODELS ON GRADE 7 STUDENTS

PIYANAT PRADUBMUK

GRAD VRU

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION
IN CURRICULUM AND INSTRUCTION
GRADUATE SCHOOL
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
UNDER THE ROYAL PATRONAGE PATHUM THANI
2020

# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

## บัณฑิตวิทยาลัย

## มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

| | |
|---|---|
| ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ | ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |
| ชื่อนักศึกษา | ปิยะนารถ ประดับมุข |
| รหัสประจำตัว | 59854680202 |
| ปริญญา | ครุศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | หลักสูตรและการสอน |

**คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรขา อรัญวงศ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เลอลักษณ์ โอทกานนท์)

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพร พิชญกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจรรณา จุ้ยทอง)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เลอลักษณ์ โอทกานนท์)

..... กรรมการและเลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรขา อรัญวงศ์)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว ฟักขาว)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 17 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

| | |
|---|---|
| ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ | ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |
| ชื่อนักศึกษา | ปิยะนารถ ประดับมุข |
| รหัสประจำตัว | 59B54680202 |
| ปริญญา | ครุศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | หลักสูตรและการสอน |
| ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรขา อรัญวงศ์ |
| กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | อาจารย์ ดร.เลอลักษณ์ โอทกานนท์ |


## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 2) เปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 3) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านสระเตย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 จำนวน 19 คน ซึ่งการจัดห้องเรียนคละความสามารถ ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน สถิติที่ใช้การวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า

1. การเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ** : แบบจำลองเป็นฐาน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

GRAD VRU

| | |
|---|---|
| Thesis Title | Effect of Model-Based Learning Development Concepts and Ability to Create Scientific Weather Models on Grade 7 Students |
| Student | Piyanat Pradubmuk |
| Student ID | 59B54680202 |
| Degree | Master of Education |
| Field of Study | Curriculum and Instruction |
| Thesis Advisor | Assistant Professor Dr.Rekha Arunwong |
| Thesis Co-Advisor | Dr.Lerlak Othakanon |


## ABSTRACT

The purposes of this research was to: 1) compare the scientific conceptions learning about weather of grade 7 students between before and after using model-based learning, 2) compare the scientific conceptions learning about weather of grade 7 students using model-based learning with a 70 percent of criteria, 3) compare the scientific modeling ability of grade 7 students between, before and after using model-based learning, and 4) compare the ability to create scientific models of grade 7 students using model-based learning with a 70 percent of criteria. The sample group used in the research consisted of 19 grade 7 students from Bansatoei School under the office of Suphanburi Primary Educational Service Area, Area 3. They were selected using multi-stage sampling. The research tools were: 1) lesson plans using model-based learning about weather for Grade 7 students, 2) a scientific concepts test on weather for grade 7 students, and 3) an ability to create scientific weather models test for grade 7 students using model-based learning. The statistics analysis included mean, standard deviation and t-test.

The results of the research were:

1. The concept of scientific learning about the weather of grade 7 students after using model-based learning, was higher than for the pre-test at the statistical significance level of .05.

2. The results of scientific learning concepts about the weather of grade 7 students, after using model-based learning, were above the threshold of 70 percent at the statistical significance level of .05.

3. The ability to create scientific models about the weather of grade 7 students after using model based learning, was higher than before at the statistical significance level of .05.

4. The ability to create scientific models about the weather of grade 7 students, using model-based learning, was above the threshold of 70 percent at the statistical significance level of .05.

**Keywords:** Model-Based Learning, Scientific Concept, Scientific Models

GRAD VRU

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.เรขา อรัญวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ดร.เลอลักษณ์ โอทกานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสระเตย ตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อประสิทธิ์ ประดับมุข คุณแม่สุนันธา ประดับมุข ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ปิยะนารถ ประดับมุข

GRAD VRU

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | จ |
| สารบัญ | ฉ |
| สารบัญตาราง | ซ |
| สารบัญภาพ | ฌ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 3 |
| 1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย | 4 |
| 1.4 สมมติฐานการวิจัย | 4 |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย | 4 |
| 1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย | 4 |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 6 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 7 |
| 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) | 8 |
| 2.2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ | 11 |
| 2.3 การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ | 20 |
| 2.4 การเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน | 30 |
| 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 38 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย | 41 |
| 3.1 การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง | 41 |
| 3.2 การกำหนดตัวแปรที่ศึกษา | 41 |
| 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า | 41 |
| 3.4 แบบแผนการทดลอง | 52 |
| 3.5 การดำเนินการทดลอง | 53 |
| 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล | 54 |
| 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 54 |


GRAD VRU

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 59 |
| 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 59 |
| 4.2 การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 59 |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 60 |
| บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 63 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย | 65 |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย | 65 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ | 67 |
| บรรณานุกรม | 69 |
| ภาคผนวก | 76 |
| ภาคผนวก ก ตรวจสอบเครื่องมือ | 77 |
| ภาคผนวก ข วิเคราะห์เครื่องมือวิจัย | 84 |
| ภาคผนวก ค เครื่องมือวิจัย | 105 |
| ภาคผนวก ง วิเคราะห์สถิติทางการวิจัย | 133 |
| ประวัติผู้วิจัย | 138 |


GRAD VRU

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ มโนทัศน์ และตัวชี้วัดการเรียนรู้ | 42 |
| 3.2 | การกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน | 46 |
| 3.3 | สัดส่วนความสำคัญที่คิดเป็นน้ำหนักร้อยละของรายการประเมินแบบจำลอง | 50 |
| 3.4 | เกณฑ์การประเมินในแต่ละรายการประเมิน 3 ระดับสำหรับแบบจำลอง | 51 |
| 3.5 | เกณฑ์การประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ | 51 |
| 4.1 | การเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน | 60 |
| 4.2 | การเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน | 60 |
| 4.3 | การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน | 61 |
| 4.4 | การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน | 62 |


GRAD VRU

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1.1 | กรอบแนวคิดการวิจัย..... | 4 |
| 2.1 | กรอบแนวคิดของ Justi and Gilbert ..... | 34 |
| 2.2 | กรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Buckley and Gobert..... | 35 |
| 2.3 | การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของ Buckley..... | 36 |
| 2.4 | ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ..... | 37 |
| 3.1 | รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design..... | 53 |


GRAD VRU

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ในด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ให้ผู้เรียนมีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงเป็นการค้นพบความรู้ผ่านการใช้กระบวนการคิด และการจัดโครงสร้างความรู้อย่างเป็นระบบระเบียบเพื่อง่ายต่อการนำความรู้ไปใช้ และการเรียนรู้สิ่งใหม่ (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2561)

จากการสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบดังกล่าว เท่ากับ 32.28 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยในสาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 19.03 ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำ โดยมีเนื้อหาเรื่อง บรรยากาศ เมฆและฝน ความกดอากาศและลม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นพื้นฐานในสาระการเรียนรู้ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศ เมฆและฝน ความกดอากาศและลม เป็นส่วนหนึ่งในสาระที่ 6 โดยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ปรับปรุง 2560) ได้กำหนดไว้ในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ อยู่ในระดับที่ต่ำ และจากรายงานรายงานประจำปีของสถานศึกษา ปีการศึกษา 2561 พบว่า ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ 3 (70 เปอร์เซ็น) เท่ากับ 20.51 เปอร์เซ็นของจำนวนนักเรียนซึ่งมีจำนวนค่อนข้างน้อย และอีกปัญหาหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พบในทุกระดับชั้นยังพบว่า ผู้เรียนจะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ทำให้นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะอื่น ๆ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ในเนื้อหาที่เรียนแล้วมาเชื่อมโยงเป็นความรู้ใหม่ได้ (วิชิต สุรัตน์เรืองชัย และคนอื่น ๆ, 2548) หากผู้เรียนจะเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง หรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้น ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เนื่องจากความรู้เดิมเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ (ยุพาพร เลาสัตย์, 2553)

การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จส่วนใหญ่จะใช้การทดลองค้นคว้าจนได้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555) แล้วใช้การสร้างแบบจำลองในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ผ่านการวาดภาพ กราฟ สมการ หรือข้อความเพื่ออธิบายหรือสื่อสารความเข้าใจ อีกทั้งการสร้างแบบจำลองในการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากแบบจำลอง เป็นสื่อกลางที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ตีความ สิ่งต่างๆ รวมทั้งนำแง่มุมที่หลากหลายของข้อเท็จจริงมาใช้อธิบายสิ่งต่างๆ โดยการนำเสนอความเชื่อมโยงของข้อเท็จจริงเหล่านั้นในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ดังนั้น แบบจำลอง จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ครูเข้าถึงวิธีการสร้าง ความเข้าใจของนักเรียนต่อสิ่งที่เรียนรู้ได้ (Acher, and Sanmati, 2007) รวมถึงนักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองในการสร้างสมมติฐานที่จะตรวจสอบ อธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือเป็นแนวทางไปสู่การวิจัยในอนาคต (สุทธิดา จำรัส, 2555) ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ต้องมีลักษณะเอื้อต่อการให้ผู้เรียนนำมาสร้างเป็นชิ้นงานได้สำเร็จตอบสนองความคิดและจินตนาการของผู้เรียน (สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้, 2557)

การเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน เป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลอง ของปรากฏการณ์นั้นๆ อย่างต่อเนื่องโดยหลักการในจัดการเรียนรู้นั้นเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบ ความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce mental model) เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากนั้นนักเรียนจึงแสดงออกแบบจำลอง (Express model) ที่สร้างขึ้น ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูด สัญลักษณ์ และรูปภาพ เป็นต้น ต่อมานักเรียนทำการทดสอบ (Test) และประเมิน (Evaluate) แบบจำลองโดยการนำไปทดลองใช้เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น รวมทั้ง ขยายแบบจำลอง (Elaboration) เพื่อขยายมโนทัศน์ให้กว้างขึ้น (Gobet & Buckley, 2002) การจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน (model based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความคิดของตน ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถคิดได้อย่างนักวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ (Giere, 1988) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา ควัฒน์กุล (2558) ที่พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล หลังเรียนด้วยการจัด การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ งานวิจัยของละมัย โชคชัย (2557) ที่พัฒนาแนวคิด เรื่องเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) ร้อยละ 62.00 รองลงมามีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 20.00 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (MU) ร้อยละ 11.00 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU & MU) ร้อยละ 7.00 และไม่มีนักเรียน คนใดที่ไม่มีแนวคิด โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด คือ เซลล์ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เนื้อหาที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์

โดยผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว เพราะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบรรยากาศ เมฆและฝน ความกดอากาศและลม ซึ่งมีผลต่อ

มนุษย์โดยตรง และเมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรในหน่วยการเรียนนี้ พบว่า เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว มีเนื้อหามากและค่อนข้างเข้าใจยาก และเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติของนักเรียน ธรรมชาติของเนื้อหามีลักษณะเป็นรูปธรรมที่เข้าใจยาก ซับซ้อน เนื้อหามีปริมาณมาก ยากต่อการเข้าใจ ซึ่งจากปัญหาต่างๆ ข้างต้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว นอกจากนี้การจัดกิจกรรมของครู ยังส่งผลให้นักเรียนไม่สนใจเรียน และมีความเบื่อหน่ายการเรียน เป็นต้น และจากการศึกษางานวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ทำการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนามโนทัศน์ในเรื่องที่เป็นรูปธรรมที่เข้าใจยาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนานักเรียนให้มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วย จากเหตุผลทั้งหมดข้างต้น ผู้วิจัยมีความคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานจะช่วยให้นักเรียนสนใจในการเรียน สามารถมองสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่เข้าใจยากให้สามารถเข้าใจง่ายขึ้นได้ ซึ่งน่าจะเป็นผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเรื่องลมฟ้าอากาศรอบตัว และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคิดที่จะศึกษาผลการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัวขึ้น และจะช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ถูกสร้างขึ้นด้วยตนเองไปประยุกต์ใช้เชื่อมโยงในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ต่อไป

**1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

**1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ มีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

**ภาพที่ 1.1** กรอบแนวคิดการวิจัย

**1.4 สมมติฐานการวิจัย**

1.4.1 ผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4.2 ผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

1.4.3 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4.4 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

GRAD VRU

**1.5 ขอบเขตของการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 จำนวน 18 โรงเรียน 27 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 427 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage Sampling)

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

2) ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1.5.3 เนื้อหาวิชา

เนื้อหากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรื่องลมฟ้าอากาศรอบตัว ซึ่งมีเนื้อหาประกอบไปด้วย บรรยากาศของเรา อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศและลม ความชื้น เมฆและฝน และการพยากรณ์อากาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)

**1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย**

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

1.6.1 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ตัวแทนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงที่ได้จากการสังเกต และใช้แสดงแทนแนวคิด เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ด้วยแผนภาพหรือภาพจำลองทางกายภาพ ไดอะแกรม แผนผัง เพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ง่ายขึ้น

1.6.2 ผลการเรียนรู้มโนทัศน์วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดโดยสรุปของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์ที่ได้รับหลังการจัดการเรียนรู้ สามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ แบบ 2 ส่วน (two-tier diagnostic test) ซึ่งส่วนแรกเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ โดยมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก ส่วนหลังเป็นเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือก

1.6.3 การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างและปรับปรุงแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ศึกษา โดยออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Gobert, and Buckley (2002) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนนำประสบการณ์เดิม จากแบบจำลองพื้นฐาน สร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จากปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูใช้คำถามหรือกิจกรรมที่เร้าความสนใจผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง

2) การใช้และประเมินแบบจำลอง เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น ไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา และประเมินแบบจำลอง โดยครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดที่ใช้สร้างแบบจำลองด้วยคำพูด ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายในการสร้างแบบจำลองในขั้นที่ 1 ให้ชัดเจน และครูตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ของนักเรียน

3) การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมแล้วค้นพบปรากฏการณ์ข้อเท็จจริง หลักการ หรือกฎใหม่ ๆ ที่ไม่อาจอธิบายได้ด้วยแบบจำลองนั้น ซึ่งผู้เรียนนำเสนอแบบจำลองที่ตนเองขึ้นพร้อมให้เหตุผลที่ใช้ในการสร้างและตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ และเปรียบเทียบแบบจำลองของเพื่อนที่สร้างขึ้นและรวมแบบจำลองของกลุ่มเพื่อสร้างแบบจำลองมติกลุ่ม

4) การขยายแบบจำลอง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองขึ้นเพื่อขยายแบบจำลองทางความคิดให้กว้างขึ้น โดยที่นักเรียนนำการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแบบจำลอง คำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม หรือนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่น

1.6.4 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ ในการสร้างแบบจำลองให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผ่านแผนภาพหรือภาพจำลองทางกายภาพ ไดอะแกรม แผนผัง สามารถโดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Scoring rubrics) ให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ดีมาก ดี และพอใช้ ระดับรายการประเมินแบบจำลอง ได้แก่ 1) ความถูกต้องของมโนทัศน์ 2) การนำไปใช้อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้แนวทางการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

1.7.2 เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับผู้สอนในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยแบบจำลองเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นซึ่งทำให้ยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน

GRAD VRU

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยผลการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
    - 1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
    - 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
    - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
    - 1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    - 2.1 ความหมายของมโนทัศน์
    - 2.2 องค์ประกอบของมโนทัศน์
    - 2.3 ความสำคัญของมโนทัศน์
    - 2.4 รูปแบบของมโนทัศน์
    - 2.5 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    - 2.6 การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    - 2.7 การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    - 2.8. มโนทัศน์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว
3. การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
    - 3.1 ความหมายของแบบจำลอง
    - 3.2 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
    - 3.3 ประเภทของแบบจำลอง
    - 3.4 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
    - 3.5 การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
    - 4.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
        - 4.1.1 การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
        - 4.1.2 การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์
    - 4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
    - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

GRAD VRU

## 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2) วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสารการเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3) วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยากระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4) เทคโนโลยี

- การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ

ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เพื่อที่จะทราบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่เพียงใด เป็นต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ในอดีตการวัดและประเมินผลส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบ ซึ่งไม่สามารถตอบสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการที่หลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ ดังนั้น ผู้สอนต้องตระหนักว่าการเรียนการสอนและการวัดประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และจะต้องวางแผนไปพร้อม ๆ กัน

แนวทางการวัดผลและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ ควรมีแนวดังต่อไปนี้

1) ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนของผู้เรียน

2) วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3) ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

4) ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

5) การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล

1) เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อซ่อมเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ

2) เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวเองว่าบรรลุตามาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด

3) เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการวัดและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการ

เรียนรู้และผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ตามที่กล่าวมาแล้ว จึงต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic assessment)

**2.2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์**

2.2.1 ความหมายของมโนทัศน์

ความหมายของมโนทัศน์ คำว่า “มโนทัศน์” เป็นคำแปลมาจากภาษาอังกฤษ คำว่า Concept ตามราชบัณฑิตยสถาน ซึ่งมโนทัศน์มีความหมายเช่นเดียวกับคำว่า ความคิดรวบยอด มโนภาพ สังกัป แนวความคิด และ มโนมติ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2555)

จินดารัตน์ โพธิ์นอก (2557) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ ความคิดรวบยอด (concept) หมายถึง ภาพหรือความคิดในสมองที่เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ประกอบด้วยคุณสมบัติร่วมที่สำคัญของสิ่งนั้น ซึ่งขาดไม่ได้หากขาดไปจะทำให้ไม่ใช่สิ่งนั้น เช่น ดอกไม้ทุกชนิดมีลักษณะร่วม คือ มีกลีบดอก เกสร และก้านดอก บุคคลอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระดับที่แตกต่างกันก็ได้ เช่น บางคนมีมโนทัศน์ว่านกเป็นสัตว์ปีกบินได้ บางคนมีมโนทัศน์ว่า นกมีอิสรเสรีที่จะบินไปได้ไกล บางคนมีมโนทัศน์ว่า นกเป็นสัตว์เลือดอุ่น ในพจนานุกรมดังกล่าวนี้ยังได้อธิบายถึงคำที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้อีกหลายคำ เช่น การก่อเกิดมโนทัศน์ การสร้างความคิดรวบยอด (concept formation) การจัดผังมโนทัศน์ (concept mapping) อัตมโนทัศน์ (self concept) เป็นต้น

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ หมายถึง ข้อความที่แสดงแก่นของเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเกิดจากการรวบรวมลักษณะเฉพาะของเรื่องนั้นหรือเป็นจัดลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งของ เหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือกระบวนการ เข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบขึ้นเป็นหน่วยความคิด ประเภท หมู่ หรือกลุ่ม

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้ให้ความหมายของ มโนทัศน์ หมายถึง การจัดลักษณะเหมือนๆ กันของประสบการณ์ หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดเป็นหน่วยความคิด หรือประเภทของประสบการณ์

Bayer (อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2550) ให้ความหมายของ มโนทัศน์ว่า มโนทัศน์เป็นภาพเกี่ยวกับอะไรบางอย่างและอะไรบางอย่างนั้นอาจจะเป็นอะไรก็ได้ เช่น วัตถุที่มองเห็น พฤติกรรม หรือแนวคิดสรุปมโนทัศน์นั้นจะมีสองมิติคือองค์ประกอบเฉพาะของมโนทัศน์นั้นกับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น และระหว่างองค์ประกอบกับส่วนรวม

Bruner, Goodnow and Austin (อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2560) ให้ความหมายว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น สามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้นเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่สิ่งนั้นออกจากกันได้

โดยสรุปแล้ว มโนทัศน์ (concept ) หมายถึง ความคิดที่เกิดจากการรวบรวมลักษณะเฉพาะของเรื่องนั้นหรือเป็นจัดลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งของ เหตุการณ์ เข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบประกอบด้วยคุณสมบัติร่วมที่สำคัญของสิ่งนั้น ซึ่งขาดไม่ได้ หากขาดไปจะทำให้ไม่ใช่สิ่งนั้น ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น ๆ

2.2.2 องค์ประกอบของมโนทัศน์

Bruner, et al. ได้กำหนดไว้ว่าลักษณะของมโนทัศน์ต้องมีองค์ประกอบดังนี้ (Joyce & Weil, 1980 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ เหลืองดี, 2552)

(1) ชื่อ (Name) เป็นคำหรือข้อความที่ใช้เรียกกลุ่ม หรือหมวดหมู่ของประสบการณ์ในลักษณะร่วมเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนก ตัวอย่างเช่น พืช สัตว์ เซลล์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าสิ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันก็อาจต่างกันในรายละเอียดปลีกย่อยกันก็ได้

(2) ตัวอย่าง (Example) เป็นตัวอย่างของมโนมติในมโนมติหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวอย่างประกอบเสมอ ซึ่งจะมีคุณลักษณะที่ร่วมกันที่จัดวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นเข้าด้วยกัน

(3) คุณลักษณะ (Attribute) หมายถึง คุณลักษณะที่สำคัญโดยทั่ว ๆ ไป ที่ใช้เป็นลักษณะร่วมกันหรือเป็นเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นกลุ่มหมวดหมู่เดียวกัน เช่น สุนัข ลักษณะพันธุ์ สี ขนาด เป็นคุณลักษณะที่ต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาร่วมกันทำให้แยกออกได้ว่า สัตว์นั้นเป็นสุนัขที่ต่างไปจากม้า วัว เป็นต้น

(4) คุณค่าของคุณลักษณะ (Attribute Value) ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะเฉพาะนั้น เราจะพบว่าคุณลักษณะเฉพาะบางอย่างมีคุณค่าหลายระดับ ฉะนั้นเราจึงต้องพิจารณาระดับของคุณค่าของคุณลักษณะที่ใช้จัดเป็นกลุ่มหรือหมวดหมู่ด้วยกัน เช่น สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยงชนิดหนึ่งที่มีคุณลักษณะที่พิจารณา ได้แก่ พันธุ์ สี ขนาด เช่น คุณลักษณะพันธุ์เปลี่ยนแปรได้หลากหลายคุณค่า พันธุ์หลังอาน พันธุ์ธรรมดา คุณลักษณะของสุนัขเปลี่ยนแปรได้หลากหลายคุณค่า เช่น สีดำ สีแดง สีขาว เป็นต้น

(5) กฎเกณฑ์ (Rule) คือ การให้นิยามหรือข้อความที่สรุปลักษณะที่สำคัญหรือคุณค่าที่จำเป็นของมโนทัศน์ ซึ่งจะบ่งบอกถึงความสำคัญระหว่างคุณลักษณะหรือคุณค่าที่ร่วมกันเป็นมโนทัศน์นั้นตัวอย่าง เช่น การปรุงอาหาร คือ การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบโดยใช้ความร้อนหรือความเย็น

2.2.3 ความสำคัญของมโนทัศน์

มโนทัศน์ เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของคน คนต้องสร้างมโนมติอยู่เสมอตราบเท่าที่มีสิ่งเร้ามาปะทะประสาทสัมผัส ทำให้เกิดการเรียนรู้

นวลจิต เชากีรติพงศ์ (2537) กล่าวว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้ และนอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบของข้อมูลได้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเร้าก็สามารถจำแนกจัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนมติเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย

Ausubel (1968 อ้างถึงใน นภารัตน์ ศรีคำเวียง, 2558) ได้กล่าวว่า ในชีวิตประจำวันของทุกคน ที่ต้องพบกับปัญหาที่ต้องคิดอย่างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ด้วยเหตุนี้เอง จึงทำให้คนอยู่ในโลกของมโนมติมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ การตัดสินใจล้วนแต่ต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนมติทั้งสิ้น

ดังนั้น จึงสามารถสรุปความสำคัญของมโนทัศน์ ได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของมนุษย์

2. มโนทัศน์ เป็นการสร้างประสบการณ์เพื่อให้มนุษย์เกิดการพัฒนาให้เท่าทันเทคโนโลยีและนวัตกรรม

3. มโนทัศน์ เป็นพื้นฐานในการพัฒนาการเรียนรู้ให้สูงขึ้น

4. มโนทัศน์ ถือเป็นการนำกระบวนการมาสร้างการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

5. มโนทัศน์ เป็นประสบการณ์สั่งสมเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาความสำคัญของมโนทัศน์สรุปได้ดังนี้ มโนทัศน์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ สามารถเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ได้ ซึ่งให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวางเป็นประสบการณ์สั่งสมเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์

1. สิ่งเร้า สิ่งเร้าที่มีความชัดเจน สมบูรณ์ จะช่วยให้ความสามารถแยกแยะความคล้ายคลึง และแตกต่างของวัตถุ สิ่งของที่พบใหม่ได้สะดวกขึ้น

2. ความสามารถในการรับรู้ ตีความและการบันทึกความจำบุคคลที่มีความสามารถรับรู้และตีความได้อย่างรวดเร็ว จำได้แม่นยำจะสามารถสร้างมโนมติได้เร็ว

3. ความสามารถในการแยกแยะเหตุการณ์หรือสิ่งเร้า บุคคลที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความเฉลียวฉลาดย่อมมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รวดเร็วกว่า

4. ความสามารถในการสร้างจินตนาการ บุคคลทีมีความสามารถในการสร้างจินตนาการได้ดีจะสามารถสร้างมโนมติได้ง่ายเพราะของบางอย่างเป็นนามธรรมไม่อาจมองเห็นได้

5. ความสามารถในการใช้ภาษา บุคคลที่มีความสามารถทางภาษาดี จะสามารถสื่อสารมโนมติได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

2.2.4 รูปแบบของมโนทัศน์

มโนทัศน์ มีผู้นำเสนอไว้มากมาย เป็นผังทางความคิดหรือข้อมูลที่สำคัญ ๆ ที่เชื่อมกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ จะทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ สำหรับการนำรูปแบบแผนผังมโนทัศน์ แต่ละรูปแบบมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล องค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับโครงสร้างของมโนทัศน์ ตลอดจนความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งรูปแบบของมโนทัศน์ที่สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้อย่างสะดวกและเกิดประโยชน์ โดยมีลักษณะหลากหลาย ดังต่อไปนี้

1) Concept Map (ผังมโนทัศน์ หรือ ผังมโนภาพ)

2) Mind Map หรือ Mind Mapping (ผังความคิด)

3) Web Diagram หรือ Spider Map (ผังใยแมงมุม)

4) Tree Structure (ผังโครงสร้างต้นไม้)

5) Venn Diagram (แผนภูมิเวนน์)

6) Descending Ladder หรือ Time Ladder Map (ผังแบบขั้นบันได)

7) Cycle Map (ผังวงจร ผังวัฏจักร)

8) Flowchart Diagram (ผังแสดงลาดับขั้นการดาเนินงาน)

9) Matrix Diagram (ผังแสดงความสัมพันธ์)

10) Fishbone Map (ผังก้างปลา)

11) Interval Graph หรือ Time Line (ผังแสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่างๆ)

12) Order Graph, Events Chain (ผังแสดงลาดับเหตุการณ์)

13) Classification Map (ผังแสดงความสัมพันธ์แบบจำแนกประเภท)

2.2.5 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

พันธ์ ทองชุมนุม (2547) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่างๆ ของสสาร พลังงานและปรากฏการณ์ต่างๆทางธรรมชาติ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละคนอาจจะมีมโนมติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลนั้นๆ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational concept) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ โดยการนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ตัวอย่างเช่น

- ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอกเกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย
- แมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวเป็นปล้อง แบ่งเป็น 3 ส่วน
- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง มีเลือดอุ่น เลี้ยงลูกด้วยน้านม มีหัวใจ 4 ห้อง มีฟันฝังในขากรรไกร

2) มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational concept) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ มักจะเป็นมโนทัศน์ที่แสดงว่าเท่ากัน สูงกว่า ต่ำกว่า ระหว่าง มาก น้อย ตัวอย่าง เช่น

- ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาตรมากขึ้น
- ความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน
- อาหารให้พลังงานทาให้ร่างกายอบอุ่น

3) มโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่มองไม่เห็น หรือเรียกว่า มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical concept) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือ ปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ตัวอย่าง เช่น

- โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์
- อะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน และอนุภาคเล็กๆ อีกจำนวนหนึ่ง

โดยสรุปมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดโดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็นชนิด ประเภท คุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ และสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

2.2.6 การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ศึกษามีความปรารถนาที่จะพัฒนายุทธวิธีในการสอนและการเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนความคิดของตนเองให้เป็นความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Ideas) อันเป็นที่ยอมรับ เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ได้มีการพูดถึงการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนให้ถูกต้องโดยอาศัยแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Construcitvist) และโมเดลการเรียนรู้มโนทัศน์ (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2544)

พันธ์ ทองชุมนุม (2547) ได้เสนอแนวทางการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ครูควรสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัย ท้าทาย ยั่วยุให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้

2) ครูสร้างคำถามเพื่อนาทางนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์คาดคะเนคำตอบตามแนวทางของสมมติฐานและสรุปผล

3) ครูพยายามให้นักเรียนสรุปเป็นมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง โดยอยู่ภายใต้การดูแลของครู

4) ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้นั้นไปแก้ปัญหาใหม่เพื่อเสริมสร้างเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนทัศน์นั้นๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง

กระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ (ทิศนา แขมณี, 2560)

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเตรียมข้อมูลสาหรับให้ผู้เรียนฝึกหัดจำแนก

1) ผู้สอนเตรียมข้อมูล 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอีกชุดหนึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

2) ในการเลือกตัวอย่างข้อมูล 2 ชุดข้างต้น ผู้สอนจะต้องเลือกหาตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมลักษณะของมโนทัศน์ที่ต้องการนั้น

3) ถ้ามโนทัศน์ที่ต้องการสอนเป็นเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม อาจใช้วิธีการยกเป็นตัวอย่างเรื่องสั้น ๆ ที่ผู้สอนแต่งขึ้นเองนำเสนอแก่ผู้เรียน

4) ผู้สอนเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสมจะใช้นำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ผู้สอนอธิบายกติกาในการเรียนให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจตรงกัน ผู้สอนชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรมโดยอาจสาธิตวิธีการและให้ผู้เรียนลองทำตามที่ผู้สอนบอกจนกระทั่งผู้เรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน การนำเสนอข้อมูลตัวอย่างนี้ทำได้หลายแบบ แต่ละแบบมี จุดเด่น- จุดด้อย ดังต่อไปนี้

1) นำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนหมดทั้งชุด โดยบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าเป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนแล้วตามด้วยข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูล จนครบหมดทั้งชุดเช่นกัน โดยบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าข้อมูลชุดหลังนี้ไม่ใช่สิ่งที่จะสอน ผู้เรียนจะต้อง

สังเกตตัวอย่างทั้ง 2 ชุดและคิดหาคุณสมบัติร่วมและคุณสมบัติที่แตกต่างกันเทคนิควิธีนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ได้เร็วแต่ใช้กระบวนการคิดน้อย

2) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนสลับกันไปจนครบ เทคนิควิธีนี้ช่วยสร้างมโนทัศน์ได้ช้ากว่าเทคนิคแรก แต่ได้ใช้กระบวนการคิดมากกว่า

3) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วเสนอข้อมูลที่เหลือทั้งหมดทีละข้อมูลโดยให้ผู้เรียนตอบว่าข้อมูลแต่ละข้อมูลที่เหลือนั้นใช่หรือไม่ใช่ตัวอย่างที่จะสอนเมื่อผู้เรียนตอบ ผู้สอนจะเฉลยว่าถูกหรือผิด วิธีนี้ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดในการทดสอบสมมติฐานของตนไปทีละขั้นตอน

4) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันยกตัวอย่างข้อมูลที่ผู้เรียนคิดว่าใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ วิธีนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสคิดมากขึ้นอีก

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอน จากกิจกรรมที่ผ่านมาในขั้นต้น ๆ ผู้เรียนจะต้องพยามหาคุณสมบัติเฉพาะของตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่สิ่งที่ผู้เรียนต้องการสอนและทดสอบคำตอบของตน หากคำตอบของตนผิดผู้เรียนก็จะต้องหาคำตอบใหม่ซึ่งก็หมายความว่าต้องเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นฐานของคำตอบเดิม ด้วยวิธีนี้ผู้เรียนจะค่อย ๆ สร้างความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นขึ้นมา ซึ่งก็จะมาจากคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน เมื่อผู้เรียนได้รายการของคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันเรียบเรียงให้เป็นคำนิยามหรือคำจำกัดความ

ขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการหาคาตอบ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง

ขั้นตอนการสอนให้เกิดมโนทัศน์

พรรณี ชูทัย (2522 อ้างถึงใน อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553) ได้เสนอแนะขั้นตอนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ไว้ สรุปได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้สอนแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ผู้เรียนทราบ เพื่อเป็นแนวทางการประเมินผลและให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลการเรียนของตนเอง ซึ่งเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) การเรียนของผู้เรียนอีกประการหนึ่ง

2) ตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นพื้นฐานของผู้เรียน

3) เสนอตัวอย่างมโนทัศน์ทั้งที่ใช่และไม่ใช่คละปนกันไป โดยให้ผู้เรียนค้นหาเองว่า มโนทัศน์มีลักษณะอย่างไร

4) ผู้เรียนสังเกต พิจารณา วิเคราะห์ เปรียบเทียบ ลักษณะของตัวอย่าง เพื่อเลือกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกมา

5) ผู้เรียนให้ความหมายหรือสรุปลักษณะของมโนทัศน์ที่เรียนนั้น

6) จัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง ได้ซักถามและได้รับการเสริมแรงด้วยการชมเชยและให้กำลังใจ

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนอย่างมีกระบวนการให้นักเรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์ตรง หรือของจริงให้มากที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนามโนทัศน์ที่แตกต่างไปจากแนวคิดหรือความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเปลี่ยนความคิดของตนเองให้เป็นความคิดทางวิทยาศาสตร์ (scientific ideas) อันเป็นที่ยอมรับ ช่วยให้นักเรียนรู้คุณค่าความคิดใหม่ หรือมโนทัศน์ใหม่เป็นที่เข้าใจได้ มีเหตุผลและมีประโยชน์ และสามารถเชื่อมโยงได้กับความคิดอื่น ๆ

2.2.7 การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นทฤษฎีที่เน้นว่า ความรู้มีอยู่แล้วในตัวนักเรียนและความรู้นี้จะพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนกับครูและสภาพแวดล้อม นักเรียนจะเป็นคนสร้างความรู้ หรือความหมายโดยทำความเข้าใจ เกี่ยวกับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตัวเองมีอยู่ ซึ่งความรู้นั้นไม่สามารถส่งผ่านจากครูไปยังนักเรียน หรือจากหนังสือไปยังนักเรียนได้ง่าย ๆ แต่ตัวนักเรียนจะเป็นคนสร้างคำอธิบายหรือสร้างความคิดนั้น ๆ ขึ้นมาเอง ดังนั้นการที่จะทราบว่านักเรียนมีความรู้อย่างไรจึงต้องมีการตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียน

การที่จะทราบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียนหรือไม่อย่างไร สามารถทำได้โดยการวัด หรือการสำรวจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ซึ่งมีวิธีการหลายวิธี ดังนี้

1) การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดชนิดคำถามปลายเปิด (open-ended questions) คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ไม่ได้เตรียมตัวเลือกไว้ โดยให้ผู้ตอบเขียนคำตอบเอง ตามประเด็นที่ถาม คำถามในลักษณะนี้ใช้เมื่อผู้วิจัยต้องการความหลากหลายของคำตอบในเรื่อง ที่คิดว่ายังไม่อาจคาดคำตอบที่เป็นไปได้อย่างครอบคลุม ในบางครั้งอาจได้คำตอบที่เป็นข้อมูลที่น่าสนใจหรือเป็นประเด็นที่ไม่ได้คาดคิดไว้ก่อน อย่างไรก็ตามแบบวัดแบบปลายเปิดก็มีข้อจำกัด ดังนี้ (ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกุล, 2544)

(1) ผู้ตอบต้องใช้เวลาในการคิดและการเขียน

(2) บางครั้งอาจได้คำตอบที่ไม่ตรงประเด็น

(3) ข้อมูลที่ได้อาจหลากหลาย นำไปวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ยาก

2) การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสัมภาษณ์

การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสัมภาษณ์นั้น เป็นวิธีการที่เปิดโอกาส ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แสดงความรู้ ความเข้าใจ ออกมาเป็นคำพูดเป็นภาษาของตนเอง (นิศา ชูโต, 2551) ในการสัมภาษณ์มีหลายวิธีการ ดังนี้

(1) การสัมภาษณ์ชนิดมีโครงสร้าง (Highly Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ ที่มีการเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า ซึ่งมีทั้ง คำถามปิดและคำถามเปิด โดยมีการเรียงข้อคำถามไว้ ตามลำดับแล้ว

(2) การสัมภาษณ์ชนิดถึงโครงสร้าง (Semistructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ ที่ใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีกรอบกว้าง ๆ ใช้คำถามปลายเปิดตามกรอบที่กำหนดไว้

(3) การสัมภาษณ์ชนิดไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ ในลักษณะการพูดคุยกันแบบธรรมดา ไม่มีข้อมูลกำหนดกฎเกณฑ์ที่แน่นอน โดยผู้สัมภาษณ์มี อิสระในการดัดแปลงแก้ไขข้อคำถาม ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ได้

3) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เหมาะที่จะใช้สำรวจแนวคิดทางเลือกของนักเรียนโดยอาจพัฒนามาจากแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิด เพื่อให้ได้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกับคำตอบของนักเรียนมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ได้กับนักเรียนจำนวนมาก สะดวกสำหรับครูในการสำรวจแนวคิด เช่น แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ แบบ 2 ส่วน (two-tier diagnostic test) ซึ่งส่วนแรกเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ โดยมีตัวเลือก 2 หรือ 3 หรือ 4 ตัวเลือก ส่วนหลังเป็นเหตุผลให้นักเรียนเลือกเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือก (สุทธิจักร ศรีถนอมรัก, 2548 อ้างถึงใน จิรัสยา นาคราช, 2558)

ปีเตอสัน และเทรียกัส (Peterson & Treagust, 1992 อ้างถึงใน ธวัชชัย คงนุ่ม, 2550) ได้พัฒนาแบบทดสอบที่ใช้สำรวจมโนทัศน์โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ แต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถาม

ตอนที่ 2 เป็นการคำถามเหตุผลที่นักเรียนใช้ประกอบการตอบคำถามในตอนที่ 1

Fethterstonhaugh & Treagust (1992 อ้างถึงใน ธวัชชัย คงนุ่ม (2550) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง แสงและสมบัติของแสง โดยใช้การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตามทฤษฎีของ Posner และคณะ แล้วทำการวัดมโนทัศน์ตามแบบของ Peterson & Treagust โดยในตอนที่ 1 Peterson & Treagust ได้ใช้คำถามแบบปรนัย 3 ตัวเลือก และในตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลประกอบ ดังตัวอย่าง

ถ้าดำและแดงกำลังอยู่ในห้องมืด ทั้งสองคนจะเห็นวัตถุที่อยู่ในห้องมืดหรือไม่

a. ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้เลย

b. สามารถมองเห็นวัตถุได้บางส่วน

c. สามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน

เหตุผลที่ใช้ประกอบการตอบคำถาม

.....

พันธ์ ทองชุมนุม (2547) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบมโนทัศน์ผู้เรียนว่า เมื่อผู้สอนได้ทำการสอนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว สิ่งที่ผู้สอนอย่าทราบก็คือผู้เรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้และมีมโนทัศน์ในสิ่งที่ได้สอนไปแล้วนั้นถูกต้องตามที่คาดหวังหรือไม่ สามารถพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1) สามารถระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้

2) สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้นได้

3) สามารถจำแนก คัดเลือก ยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นั้นได้

4) สามารถอธิบาย รวมถึงสรุปความหมายของมโนทัศน์นั้นได้ จากความรู้และความเข้าใจของตนเอง ด้วยภาษาของตนเองได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบตัวเลือกชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และในแต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม 2 ประเด็น คือ คำถามเกี่ยวกับมโนทัศน์ใน

วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องลมฟ้าอากาศรอบตัว ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเขียนตอบเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตอบในแต่ละข้อนั้น

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจผิดเฉพาะบทเรียน แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบและแสดงเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้นมาจัดลำดับมโนทัศน์ โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1) มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์

2) มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์

3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

4) ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถามจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น

จากความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็นชนิด ประเภท คุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้นๆ และสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

สำหรับงานวิจัยนี้ได้สร้างแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน เป็นการตรวจสอบมโนทัศน์โดยใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือ ซึ่งแบบทดสอบแต่ละข้อจะมี 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการตอบคำถามของข้อคำถามที่ตั้งไว้ ส่วนที่ 2 จะเป็นการบอกเหตุผลของการเลือกตอบในส่วนที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและให้ผู้เรียนเขียนเหตุผลของการเลือกตอบข้อนั้น แบบวัดมโนทัศน์แบบ Two-tier multiple choice ของ Treagust, Haslam and Treagust (1987 อ้างถึงใน สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์, 2543) เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบทั้งส่วนที่เป็นคำตอบและส่วนที่เป็นเหตุผลของการเลือกตอบข้อนั้น (เนื่องจากการวัดมโนทัศน์จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้แสดงมโนทัศน์ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง ไม่ใช่จากการคาดเดาเหตุผลจากตัวเลือกที่มีให้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบทดสอบการเลือกตอบ ในส่วนที่ 1 และการเขียนให้เหตุผลในส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสม และสามารถวัดมโนทัศน์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1) มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน

2) มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4) ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2.2.8. มโนทัศน์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว

สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยให้ความหมายของมโนทัศน์เกี่ยวกับลมฟ้าอากาศ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปของนักเรียนที่มีสามารถอธิบายเกี่ยวกับทางลมฟ้าอากาศ บรรยากาศ เมฆและฝน ความกดอากาศและลม

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน ซึ่งได้กำหนดสาระสำคัญของสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ไว้ดังนี้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

**2.3 การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์**

2.3.1 ความหมายของแบบจำลอง

การศึกษาว่านักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไรนั้น เริ่มจากงานของ Johns Laird (1980) ที่กล่าวว่ามนุษย์สร้างแบบจำลองทางความคิด (mental model) จากการใช้และการเชื่อมโยงของความคิดภายในมากกว่าการลงข้อสรุปจากสิ่งที่ตนสังเกต โดยขณะที่บุคคลกำลังแก้ปัญหา บุคคลนั้นจะสร้างแบบจำลองขึ้นมาและตรวจสอบความถูกต้องซึ่งจะเกิดกระบวนการตรวจสอบแบบจำลองและจะกำจัดแบบจำลองที่ขัดแย้งกับแบบจำลองเริ่มต้น นอกจากนี้การสร้างแบบจำลองทางความคิดก็ได้รับอิทธิพลจากกลุ่มวิทยาศาสตร์พุทธิปัญญา (congnitive science) ที่ว่าด้วยจิตวิทยาของกระบวนการการสร้างแบบจำลอง เช่น การใช้อุปมาอุปมัย การใช้จินตนาการ เป็นต้น (ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557)

นักวิชาการและนักวิจัยหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบจำลองที่แตกต่างกัน เช่น Gilbert et al. (2000 อ้างถึงใน ฮามีด๊ะ มูสอ, 2555 ) กล่าวว่า แบบจำลองแสดงปรากฏการณ์ธรรมชาติเริ่มต้นซึ่งสร้างขึ้นสำหรับ วัตถุประสงค์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2561) กล่าวว่า แบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายหรือแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบสำคัญ ๆ ของเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น สามารถทำความเข้าใจการทำงานของระบบจริงได้ง่ายกว่าการศึกษาจากระบบจริงโดยตรง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไป

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) กล่าวว่า แบบจำลอง คือ สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎีหรือกฎ หากกล่าวอีกนัยหนึ่ง แบบจำลอง คือ ตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

NGSS Lead States (2013) กล่าวว่า แบบจำลองเป็นตัวแทนของระบบธรรมชาติ มีหลายรูปแบบ เช่น ไดอะแกรม แบบจำลองทางกายภาพ การจำลองทางคณิตศาสตร์การเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงถึงระบบ (หรือส่วนของระบบ) ภายใต้การเรียน

ธรรมชาติของแบบจำลอง

แบบจำลองเป็นหัวใจสำคัญและมีส่วนช่วยในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์มักใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนของเป้าหมาย (torget) เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการทำความเข้าใจมาถ่ายทอดแนวคิดเหล่านี้ให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งลักษณะทั่วไปของแบบจำลองที่สำคัญมีดังต่อไปนี้ (Grosslight et al., 1991; Just and Glibert, 2006 อ้างถึงใน ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557)

1) แบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมายซึ่งเป้าหมายนั้นอาจเป็นสิ่งของ ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎี กฎ โดยแบบจำลองถูกออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ กล่าวคือ นำมาใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์

2) แบบจำลองใช้การเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความชัดเจนของเป้าหมายและการเปรียบเทียบทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงแบบจำลองได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การตั้งสมมติฐานจากแบบจำลองเพื่อทำนายผล ทำให้แบบจำลองสามารถนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

3) แบบจำลองมีความแตกต่างจากเป้าหมายอาจเล็กหรือใหญ่กว่าเป้าหมายก็ได้ทำให้แบบจำลองสามารถใช้ได้ง่ายกว่า เช่น หากเป้าหมายมีขนาดเล็กและซับซ้อน เช่นอะตอม นักวิทยาศาสตร์ก็สร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นมา หรือในกรณีเป้าหมายมีขนาดใหญ่เกินไปยากต่อการศึกษา เช่น ระบบสุริยะจักรวาลนักวิทยาศาสตร์ก็สร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาลขึ้นมาซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแทนของเป้าหมาย

4) แบบจำลองสามารถได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น

5) แบบจำลองอาจแสดงลักษณะของปรากฏการณ์หรือวัตถุทั้งหมด เช่น ภาพวาดของหลอดทดลอง แบบจำลองอะตอม หรือแบบจำลองแสดงเพียงส่วนของปรากฏการณ์หรือวัตถุ เช่น ภาพวาดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในหลอดทดลอง ภาพวาดแสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน เป็นต้น

6) แบบจำลองบางชนิดจะแสดงตัวแทนของสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือเอกลักษณ์ เช่น การแสดงเส้นการไหลของพลังงาน การแสดงเวกเตอร์ของแรง พันธะเคมีเป็นต้น

7) แบบจำลองสามารถแสดงทั้งสิ่งที่เป็นรูปประธรรมและนามธรรมในแบบจำลองเดียวกัน เช่น การแสดงแรงผลักต่อโต๊ะเรียน

8) แบบจำลองสามารถแสดงแทนระบบหรือลำดับของเอกลักษณ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น แบบจำลองอะตอมของคาร์บอนในเพชร เป็นต้น

9) แบบจำลองสามารถแสดงแทนเหตุการณ์หรือช่วงการเกิดพฤติกรรมของระบบ เช่น แบบจำลองแสดงการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อเลือกผ่าน เป็นต้น

10) แบบจำลองสามารถแสดงกระบวนการที่มีเพียงหนึ่งองค์ประกอบหรือมากกว่า เช่น แบบจำลองแสดงการทำงานของระบบร่างกาย เป็นต้น

จากการศึกษาความหมายและธรรมชาติของแบบจำลอง สรุปได้ว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นจากวัตถุประสงค์เฉพาะโดยใช้เป็นตัวแทนแนวคิดที่เป็นนามธรรม กระบวนการ หรือระบบ เพื่อ อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

2.3.2 ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Treagust et al. (2002 อ้างถึงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่จะใช้เป็นเครื่องมือเรียนรู้ในทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ใช้แสดงแทนแนวคิดที่เป็นนามธรรมและเป็นแบบจำลองมติของกลุ่มในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

Victoria (2017) กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางกายภาพและทางคณิตศาสตร์ หรือแนวคิดของระบบความคิดกิจกรรมหรือกระบวนการต่าง ๆ นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและเข้าใจรูปแบบในโลกของเราโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตนเพื่อเสนอคำอธิบายที่ช่วยให้สามารถคาดการณ์รูปแบบได้

David Wood (2561) กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์เฉพาะโดยใช้สิ่งอื่นเพื่อแสดงให้เข้าใจง่ายขึ้น Treagust et al. (2002 อ้างถึงใน โกเมศ นาแจ้ง, 2554) กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่จะใช้เป็นเครื่องมือเรียนรู้ในทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ใช้แสดงแทนแนวคิดที่เป็นนามธรรมและเป็นแบบจำลองมติของกลุ่มในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

Victoria (2017) กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางกายภาพและทางคณิตศาสตร์ หรือแนวคิดของระบบแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นแผนภาพหรือภาพจำลองทางกายภาพ

Kara Rogers (2561) กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางกายภาพ ความคิดหรือทางคณิตศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่เป็นจริงซึ่งยากที่จะสังเกตได้โดยตรง แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายและทำนายพฤติกรรมของวัตถุหรือระบบจริง

Mark et al. (2005) ได้กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเป็นตัวแทนของระบบ (เช่นระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ระบบสุริยะระบบของวงจรไฟฟ้า) หรือปรากฏการณ์ (เช่นฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงการเกิดออกซิเดชันของโลหะหรือมนุษย์รักษาอุณหภูมิร่างกาย) การแสดงเหล่านี้สามารถใช้รูปแบบของภาพวาด ไดอะแกรม แผนภูมิ การไหล สมการ กราฟ แบบจำลองคอมพิวเตอร์ หรือแม้กระทั่งแบบจำลองทางกายภาพ (เช่น รูปแบบโต๊ะของลุ่มน้ำ)

จากการศึกษาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแทนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ที่ได้จากการสังเกต และใช้แสดงแทนแนวคิดที่เป็นนามธรรม แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ อาจจะแผนภาพหรือภาพจำลองทางกายภาพ ไดอะแกรม แผนผัง เพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ง่ายขึ้น

2.3.3 ประเภทของแบบจำลอง

แบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น รวมไปถึงนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติและช่วยทำให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ทาง

ธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าซึ่งแบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 8 ประเภท (Gilbert,2005 a) โดยอาศัยลักษณะที่แตกต่างกันของแบบจำลองเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1) แบบจำลองทางความคิด (mental model) เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สร้างขึ้นโดยบุคคลนั้นซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ที่อยู่ภายในจึงถือว่าเป็นแบบจำลองของบุคคล (personal model) ที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอาจมีระดับของความสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ กัน ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจแบบจำลองทางความคิดของบุคคลนั้น

2) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific models) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงความคิดเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในโลก เช่น แบบจำลองวัฏจักรของน้ำ แบบจำลอง DNA ของ Watson and Crick เป็นต้น แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองแนวคิด (conceptual model) สามารถแสดงออกมาได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นไดอะแกรม แผนผัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือสมการทางคณิตศาสตร์โดยครูจะนำเสนอแบบจำลองแนวคิดให้กับนักเรียนเพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ง่ายขึ้นแต่ยังคงความหมายและความเข้าใจเช่นเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์เข้าใจ แบบจำลองแนวคิดต่างกับแบบจำลองทางความคิด ตรงที่แบบจำลองแนวคิดเป็นเครื่องมือสำหรับสร้างความเข้าใจหรือการสอนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ แต่แบบจำลองทางความคิดเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในหัวของคนและเป็นส่วนผลักดันการกระทำของเขา

3) แบบจำลองประวัติศาสตร์ (Historical Models) เป็นแบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอมของโบร์ เป็นต้น

4) แบบจำลองที่แสดงออก (expressed models) เป็นการนำเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ทำให้แบบจำลองทางความคิดชัดเจนมากขึ้น

5) แบบจำลองมติของกลุ่ม (consensus models) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้ศึกษาเรื่องนั้น ๆ เช่น แบบจำลองที่ได้รับจากการลงมติของผู้เรียนในชั้นเรียน เป็นต้น

6) แบบจำลองหลักสูตร (curricular models) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้น มีจุดประสงค์เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองแบบจุดของลิวอิส ที่ใช้แสดงโครงสร้างอะตอมและการสร้างพันธะของสาร เป็นต้น

7) แบบจำลองการสอน (teaching model) เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแบบจำลองหลักสูตรมากขึ้น เช่น การใช้การอุปมาอุปมัยระหว่างระบบสุริยะจักรวาลกับโครงสร้างอะตอม เป็นต้น

8) แบบจำลองผสม (hybrid model) เป็นแบบจำลองที่เกิดขึ้นจากการใช้ลักษณะของแบบจำลองหลาย ๆ ประเภทรวมกัน เช่น ในตอนเริ่มต้นการสอนเรื่องแบบจำลองอะตอมในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอาจใช้แบบจำลองของโบร์ แต่ในระดับอุดมศึกษาอาจใช้แบบจำลองของชโรดิงเจอร์เข้ามาช่วยอธิบายให้ชัดเจนมากขึ้น

Keeves (1997 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2560) กล่าวว่า แบบจำลองโดยทั่วไปจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1) แบบจำลองจะต้องนำไปสู่การทำนาย (prediction) ผลที่ตามมาซึ่งสามารถพิสูจน์ทดสอบได้ กล่าวคือ สามารถนำไปสร้างเครื่องมือเพื่อพิสูจน์ทดสอบได้

2) โครงสร้างของแบบจำลองจะต้องประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal relationship) ซึ่งสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือเรื่องนั้นได้

3) แบบจำลองควรจะประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (structural relationship) มากกว่า ความสัมพันธ์เชิงเชื่อมโยง (associative relationship)

Keeves (1997 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2560) ได้จำแนกแบบจำลอง (model) ออกเป็น 5 แบบ หรือ 5 ลักษณะ คือ

1) แบบจำลองชิงเปรียบเทียบ (Analogue Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกในลักษณะของการเปรียบเทียบสิ่งต่างๆอย่างน้อย 2 สิ่งขึ้นไป รูปแบบลักษณะนี้ใช้กันมากทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ สังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์

2) แบบจำลองเชิงภาษา (Semantic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางการใช้ภาษา (พูดและเขียน) รูปแบบลักษณะนี้ใช้กันมากทางด้านศึกษาศาสตร์

3) แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางสูตรคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนมากจะเกิดขึ้นหลังจากได้เรียนรู้แบบเชิงภาษาแล้ว

4) แบบจำลองเชิงแผนผัง (Schematic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางแผนผัง แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ เป็นต้น

5) แบบจำลองเชิงสาเหตุ (Causal Model) ได้แก่ความคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของสภาพการณ์หรือปัญหาใด ๆ แบบจำลองด้านศึกษาศาสตร์มักจะเป็นแบบนี้

Krajcik, Czerniak and Berger (1999) แบ่งจำลองออกแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) Physical models แบบจำลองที่นำเสนอทางกายภาพจากวัสดุต่าง ๆ

2) Conceptual models แบบจำลองแนวคิดหรือมโนทัศน์

3) Mathematical models แบบจำลองเชิงนามธรรม ซึ่งใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ (mathematical language)

Frigg and Hartmann (2006) ได้จำแนกประเภทแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบการนำเสนอ ได้แก่

1) แบบจำลองนำเสนอปรากฏการณ์ (models of phenomena)

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จำนวนมากนำเสนอปรากฏการณ์ ซึ่งแสดงประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ (Scientific Point) ให้เห็นภาพที่ชัดเจน ตัวอย่างเช่น แบบจำลอง billiard ball ของแก๊ส แบบจำลองอะตอมของ Bohr แบบจำลอง DNA (The double helix model of DNA) แบบจำลองสะพาน (The Scale model of a bridge), แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ (the Mundellfleming model of an open economy) หรือแบบจำลองบรรยากาศของ Lorenz (Lorenz model of the atmosphere) โดยแบบจำลองประเภทนี้แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

- แบบจำลองมาตราส่วน (Scale modes) เป็นแบบจำลองพื้นฐานซึ่งคัดลอกจากเป้าหมาย (target system) อาจมีขนาดเล็ก หรือใหญ่กว่าก็ได้ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองรถ ทำจากไม้

หรือแบบจำลองสะพาน ดังภาพ แบบจำลองประเภทนี้เป็นรูปจำลองที่เหมือนจริง หรือ สะท้อนภาพของเป้าหมาย เรียกอีกอย่างว่า แบบจำลองเหมือนจริง (true models)

- แบบจำลองแนวคิด (Idealized models) เป็นแบบจำลองที่นำเสนอสิ่งที่ซับซ้อนให้ดูง่ายขึ้น เช่น สูตรของการทำนายการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อเคลื่อนที่ลง (frictionless plane) ระบบโดดเดี่ยว (Isolated systems) ความเร็วแสง (Infinite velocities) เป็นต้น

- แบบจำลองเปรียบเทียบ (analogical models) เป็นแบบจำลองเปรียบเทียบปรากฏการณ์ การเปรียบเทียบอยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่เหมือนหรือคล้ายกันของความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ระบบ จากข้อเท็จจริงคุณสมบัติของวัตถุหรือระบบนั้น เช่น การเปรียบเทียบโลกและดวงจันทร์โดยพิจารณาจากขนาด ความแข็ง รูปร่างทรงกลม การได้รับความร้อนกับแสงสว่างที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ แรงโน้มถ่วง ตัวอย่างแบบจำลอง เช่น แบบจำลองอะตอมของแก๊สแบบลูกบิลเลียต (the billiard ball model of a gas)

- แบบจำลองปรากฏการณ์ (phenomenological modes) เป็นแบบจำลองที่บ่งชี้ความแตกต่าง ความสัมพันธ์ ทิศทาง ทั้งสิ่งที่สังเกตได้และกลไกภายใน แบบจำลองนี้ได้มาจากทฤษฎี หลักการ และกฎที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี เช่น แบบจำลอง liquid drop ของนิวเคลียสในอะตอม (iquid drop model of the atomic nucleus)

2) แบบจำลองนำเสนอข้อมูล (models of data)

เป็นแบบจำลองแสดงข้อมูลดิบที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่ถูกต้องและได้รับการแก้ไข โดยลากเส้น smooth Curve กะประมาณความคลาดเคลื่อนผ่านจุดที่บันทึก (set of points) ปรับลดขนาดของข้อมูลเพื่อให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสม (data reduction) และ curve fiting แบบจำลอง ข้อมูลมีบทบาทในการยืนยันทฤษฎี เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาจะสามารถทำนายเปรียบเทียบกับทฤษฎีได้

นอกจากนี้ Figg and Hartmann (2006) ยังได้จำแนกประเภทของแบบจำลอง ตามรูปแบบที่นำเสนอออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

1) แบบจำลองวัตถุ (Physical objects) เป็นแบบจำลองหรือสื่อที่เป็นวัสดุ หรือเรียกอีกอย่างว่า material models' ตัวอย่างเช่น แบบจำลองสะพานไม้ แบบจำลองเรือ แบบจำลองวงจรไฟฟ้าของระบบประสาท แบบจำลอง DNA ของ Watson และ Crick และใน life Sciences มีแบบจำลองอวัยวะต่าง ๆ เพื่อศึกษา

2) แบบจำลองประดิษฐ์ (Fictional objects) เป็นแบบจำลองที่ไม่เป็นแบบจำลองจากวัสดุ เป็นแบบจำลองภายในใจของนักวิทยาศาสตร์ (Scientist's mind) มากกว่าการศึกษาจากห้องปฏิบัติการ และเห็นรูปร่าง และการทำการทดลองขึ้นอยู่กับหน้าที่การทำงานที่แสดงให้เห็น การนำเสนอหน้าที่ เป็นลักษณะของแบบจำลองกลไก (mechanical models) เช่น แบบจำลองอะตอมของ Bohr (Bohr model of the atom) frictionless pendulum, ความหลากหลายทางพันธุกรรม (isolated populations)

3) แบบจำลองโครงสร้างทฤษฎี (Set theoretic structures) เป็นแบบจำลองแสดงภาพความสัมพันธ์ (semantic view) ของทฤษฎี เช่น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical models)

4) แบบจำลองพรรณนา (Descriptions) เป็นแบบจำลองที่แสดงในรูปของการพรรณนา รูปร่างลักษณะที่แสดงในหนังสือหรือตำรา เพื่อนำเสนอรายละเอียดความสัมพันธ์กันในระบบ ดังนั้น ภาษาที่ใช้จึงมีผลต่อการอธิบายแบบจำลอง เช่น แบบจำลองระบบสุริยะ อธิบายได้ว่า ประกอบด้วย การโคจรเป็นรูปวงรีของดาวเคราะห์รอบวัตถุมวลขนาดใหญ่ (big mass)

5) แบบจำลองสมการ (Equations) เป็นแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งเราเรียกเคยชินว่า เป็นสมการในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สมการทางเศรษฐศาสตร์

จากการศึกษาประเภทของแบบจำลองโดยสรุปแล้วสามารถแบ่งแบบจำลองออกเป็น 3 ประเภท ตามรูปแบบการนำเสนอ ได้แก่

1) Physical models เป็นแบบจำลองที่นำเสนอแบบ 3 มิติ เพื่อแสดงแนวคิดภายในให้ออกมาเป็นรูปธรรม โดยใช้วัสดุต่าง ๆ เช่น หุ่นจำลอง

2) Conceptual models เป็นแบบจำลองที่นำเสนอแนวคิด ซึ่งสามารถแสดงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ของระบบได้หลายรูปแบบ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนผัง กราฟ การพรรณนา เป็นต้น

3) Mathematic models เป็นแบบจำลองที่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ หลักตรรกะ ซึ่งแสดงโดยใช้สมการ

จากการศึกษาประเภทของแบบจำลอง ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่าในการวิจัยครั้งนี้ แบบจำลองที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ จะเป็นแบบจำลองแนวคิดหรือมโนทัศน์ (Conceptual models) เป็นแบบจำลองที่นำเสนอแนวคิด ซึ่งสามารถแสดงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ของระบบได้หลายรูปแบบ ได้แก่ รูปภาพ แผนภาพ แผนผัง กราฟ การพรรณนา

2.3.4 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากผลการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ศัพท์ภาษาอังกฤษ 4 คำ Pa Modeling, Making model and Formulating model, constructing model and Model building ซึ่งความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ทักษะการสร้างแบบจำลอง (Modeling skills) ประกอบไปด้วย 4 ลักษณะ ได้แก่

- การสร้างแบบจำลอง
- การกำหนดองค์ประกอบของแบบจำลอง
- ความสามารถในการเปรียบเทียบและแสดงความแตกต่างของแบบจำลองของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเดียวกัน และระบุข้อดีและข้อจำกัด
- การประเมินแบบจำลองโดยเทียบกับปรากฏการณ์ที่แท้จริงและสร้างแนวคิดเพื่อการปรับปรุงแบบจำลอง

2) ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างแบบจำลอง (Knowledge about the modeling process) เป็นความสามารถในการบรรยายและสะท้อนการปฏิบัติได้อย่างชัดเจนในแต่ละวันของกระบวนการสร้างแบบจำลอง

3) ความรู้เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง (Meta-modeling knowledge) เป็นความเข้าใจในวัตถุประสงค์และประโยชน์ของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

Hung and Lin (2009) ได้แบ่งความสามารถในการสร้างแบบจำลองตามลำดับขั้นของการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย 5 ลักษณะ ได้แก่

1) การเลือกแบบจำลอง (Model selection) โดยพิจารณาส่วนประกอบของระบบ ประเภท การอ้างอิง และความเหมาะสมเพื่อสร้างแบบจำลอง

2) การสร้างแบบจำลอง (Model construction) โดยคำนึงถึงความประสานกันของตัวแปร แนวคิด และกฎ

3) การพิสูจน์ความถูกต้องแบบจำลอง (Model validation) โดยคำนึงถึงความสอดคล้อง ความสมบูรณ์ ความคงเส้นคงวาทั้งภายในและภายนอกของแบบจำลอง

4) การวิเคราะห์แบบจำลอง (Model analysis) โดยคำนึงถึงประเด็นทางคณิตศาสตร์ การให้ผลที่สอดคล้องกัน และตรงกัน

5) การนำแบบจำลองไปใช้ (Model application) โดยสามารถระบุข้อจำกัด ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อนำไปใช้ ขอบเขตของแบบจำลอง แนวทางการแก้ไข

Schwarz et al. (2009) อธิบายความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ไว้ว่า เป็นการสร้างความรู้และใช้แบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ ทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1) กระบวนการสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วย

- สร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับหลักฐานและทฤษฎี เพื่อที่จะยกตัวอย่าง อธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- ใช้แบบจำลองในการยกตัวอย่าง อธิบายและทำนายปรากฏการณ์
- เปรียบเทียบและประเมินความสามารถของแบบจำลองที่ต่างกัน เพื่อแสดงและอธิบายแบบแผนในปรากฏการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง และทำนายปรากฏการณ์ใหม่
- ปรับปรุงแบบจำลองเพื่อที่จะเพิ่มอำนาจในการทำนายและการอธิบาย โดยพิจารณาถึงหลักฐานหรือลักษณะของปรากฏการณ์เพิ่มเติม

2) ความรู้ที่ใช้สร้างแบบจำลองในการสร้างแบบจำลองนักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ ธรรมชาติ และเกณฑ์ในการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง

- แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสร้างความเข้าใจเพื่อที่จะสร้างความรู้
- แบบจำลองเป็นเครื่องมือสื่อสารที่ใช้ในการถ่ายทอดความเข้าใจหรือ ความรู้

- แบบจำลองสามารถใช้ในการพัฒนาความเข้าใจใหม่ ๆ หรือใช้ในการทำนายลักษณะใหม่ ๆ ของปรากฏการณ์ธรรมชาติ

- แบบจำลองถูกใช้ในการยกตัวอย่าง อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์

(2) ธรรมชาติของแบบจำลอง

- แบบจำลองสามารถแทนสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นและไม่สามารถเข้าถึงได้

- แบบจำลองที่แตกต่างกันสามารถให้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน

- แบบจำลองเป็นตัวแทนของสิ่งที่มีข้อจำกัดในปรากฏการณ์ธรรมชาติ

- แบบจำลองสามารถเปลี่ยนเพื่อสะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นของปรากฏการณ์ธรรมชาติ

- แบบจำลองมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น แผนภาพ วัสดุ สถานการณ์จำลอง เป็นต้น

(3) เกณฑ์ในการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง

- แบบจำลองจำเป็นต้องยึดอยู่บนหลักฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

- แบบจำลองจำเป็นต้องรวมสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา

จากความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในการสร้างแบบจำลองให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และมีองค์ประกอบในการสร้างแบบจำลองที่สำคัญ มีดังนี้

1) การเลือก 2) การสร้าง 3) การวิเคราะห์ 4) การประเมิน 5) การนำไปใช้ 6) การปรับปรุง 7) ความรู้ที่ใช้สร้างแบบจำลอง

2.3.5 การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน (Learning performance) เนื่องจากภาระงานของนักเรียน เป็นการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นขั้นตอนการปฏิบัติและผลงาน ทำให้วิธีการประเมิน งานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนปฏิบัติงานจัดเป็นการประเมินการปฏิบัติงาน (Performance assessment) ซึ่งจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1) ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ (Performance task) คือ กิจกรรมที่ให้นักเรียน ได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะ โดยอาจประเมินผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น และ/หรือกระบวนการที่นักเรียนใช้สร้างผลงานจนสำเร็จ

2) เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) คือ เกณฑ์ที่ใช้ประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2557)

Lantz et al. (2004, p. 60 อ้างถึงใน เชาวรินทร์ สีใหม่, 2552) ได้สร้างแบบประเมินการสร้างแบบจำลองแบบเกณฑ์การประเมิน (Scoring rubrics) แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ดี (Great) ใช้ได้ (0.K.) และควรปรับปรุง (Needs work) โดยให้นักเรียนและครูเป็นผู้ประเมิน รายการประเมินประกอบด้วย 4 รายการ ดังนี้

1) แบบจำลองแสดงข้อมูลที่ถูกต้องหรือไม่

2) แบบจำลองแสดงออกถึงสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้อย่างชัดเจน

3) แบบจำลองเข้าใจง่าย

4) แบบจำลองมีสัดส่วนเหมาะสม สะอาดและเรียบร้อย

อารยา ควัฒน์กุล (2558) ประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการประเมินจากผลงานแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นผ่านการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Scoring rubrics) เนื่องจากการให้คะแนนจะประเมินตามองค์ประกอบของแบบจำลองนั้น ซึ่งมีหลายองค์ประกอบ และให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย สามารถแบ่งระดับคะแนนออกได้ตั้งแต่ 2-5 ระดับรายการประเมินแบบจำลอง เช่น

1) เนื้อหาสาระ ข้อมูลเสริมในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องชัดเจนและเข้าใจ

2) ความชัดเจนในเนื้อหา

3) รูปแบบการนำเสนอ

4) ความคิดสร้างสรรค์

5) การนำไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ได้

ในการวิจัยครั้งนี้ การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการประเมินจากผลงานแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นผ่านการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Scoring rubrics) ให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย ซึ่งจะแบ่งเกณฑ์การประเมินในแต่ละรายการ ออกเป็น 3 ระดับ คือ ดีมาก ดี และพอใช้ ระดับรายการประเมินแบบจำลอง ได้แก่ 1) ความถูกต้องของมโนทัศน์ 2) การนำไปใช้อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้

## 2.4 การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลอง ของปรากฏการณ์นั้น ๆ อย่างต่อเนื่องโดยหลักการในจัดการเรียนรู้นั้นเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบ ความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce mental model) เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากนั้น

นักเรียนจึงแสดงออกแบบจำลอง (Express model) ที่สร้างขึ้น ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูด สัญลักษณ์ และรูปภาพ เป็นต้น ต่อมานักเรียนทำการทดสอบ (Test) และประเมิน (Evaluate) แบบจำลองโดยการนำไปทดลองใช้เพื่อนำไปสู่ การปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น รวมทั้ง ขยายแบบจำลอง (Elaboration) เพื่อขยายมโนทัศน์ให้กว้างขึ้น (Gobet & Buckley, 2002) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวสนองกับธรรมชาติของการเรียนรู้ของนักเรียนคือจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วของนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น

2.4.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.4.1.1 การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สุรางค์ โควตระกูล (2552) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง Constructivism มีหลักการที่สำคัญว่า ในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำ (active) และสร้างความรู้ แต่ในกลุ่ม นักจิตวิทยา Constructivists มีความเห็นแตกต่างกันในเรื่องการเรียนรู้หรือการสร้างความรู้ว่าเกิดขึ้น ได้อย่างไร ทั้งนี้เนื่องจากความเชื่อพื้นฐานของ Constructivism จึงแบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎี ได้แก่

1) Cognitive Constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธปัญญานิยมที่มีรากฐานมาก จากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (active) และเป็นผู้สร้างความรู้ ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธปัญญาขึ้น เป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ (Fowler, 1994 และ Greens et al., 1996 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว้ตระกูล, 2552)

2) Social Constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิก็อทสกี ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองาน ในสภาวะสังคม (Social context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือ ซับซ้อนกว้างขวางขึ้น (Bruning et al., 1999 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว้ตระกูล, 2552)

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองว่า การเรียนรู้นั้น นักเรียนต้องเป็นผู้กระทำและเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม และเชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเองและนักเรียนมีความรู้เดิมมาก่อน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีการตรวจสอบประสบการณ์เดิมของนักเรียนโดยมีการวัดสมรรถนะในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว เพื่อดูความสัมพันธ์ของการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียนกับความรู้เดิมของนักเรียนด้วย และในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในขั้นตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลอง เป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ส่วนในการทำกิจกรรมกลุ่มในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ใช้ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มเพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วย

2.4.1.2 การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Piaget) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิด ของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตาม พัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็น สิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม เพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้น เด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น (ทิศนา แขมมณี, 2560) มีหลักการดังนี้

1) ในการพัฒนาเด็ก ควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้น ไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาการตามวัยของตน เพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้

2) การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิดจะช่วยให้ได้ ทราบลักษณะเฉพาะตัวของเด็ก

3) ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เด็กจะรับรู้ส่วนรวม (whole) ได้ดีกว่า ส่วนย่อย (part) ดังนั้นครูจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

4) ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือ มีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยให้ กระบวนการซึมซับและจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

5) การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์ และมีปฏิสัมพันธ์ กับสิ่งแวดล้อมมาก ๆ ช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็ก อันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

จากแนวความคิดของเพียเจต์ นำไปใช้ในการเรียน การสอน และการพัฒนาหลักสูตร (สมชาย รัตนทองคำ, 2556) ได้ดังนี้

1) การประเมินผลศักยภาพทางสติปัญญาจะต้องสอดคล้องกับพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนในแต่ละช่วงวัย

2) เน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะเรียนด้วยตนเองมากที่สุด เน้นที่การปะทะสังสรรค์ ระหว่างครูกับนักเรียนน้อยมาก ครูจะมีความสำคัญแต่เพียงเป็นผู้ร่วมมือ (collaborator) ในกระบวนการเรียนรู้ และเป็นผู้เตรียมเนื้อหาหรือประสบการณ์ที่จะให้เด็กค้นพบความรู้ด้วยตนเองเท่านั้น

3) การวัดผลและประเมินผลการเรียนเด็กในวัยต่าง ๆ ให้กว้างหรือลึกอย่างไรจำเป็นต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดของเด็กแต่ละวัย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยมีการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาผู้เรียนให้เหมาะสม เน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะเรียนด้วยตนเองมากที่สุด ในขั้นตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลอง (Model formation) ขั้นตอนที่ 2 การใช้และประเมินแบบจำลอง (Use and

evaluation) และขั้นตอนที่ 4 การขยายแบบจำลอง (Model caboration) เป็นการจัดกิจกรรมที่ต้องจัดให้เหมาะสมกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนทั้งวุฒิภาวะและช่วงวัย และการวัดผลและประเมินผลที่สอดคล้องกับตามช่วงวัยใน ขั้นตอนที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ในกระบวนการสร้างแบบจำลอง หลังจากนักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองค้นคว้าได้ข้อสรุป หลักการหรือกฎใหม่ ๆ แล้ว นักวิทยาศาสตร์จะพิจารณาว่า แบบจำลองต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายข้อสรุป หลักการหรือกฎเหล่านั้นได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็จะปรับปรุงหรือสร้างแบบจำลอง ขึ้นมาใหม่ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้ฝึกสร้างหรือปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้ นักเรียนฝึกปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ ครูควรพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหา แบบจำลองมาอธิบายสิ่งต่าง ๆ ถ้าอธิบายไม่ได้ก็ควรให้นักเรียนลองหรือสร้างแบบจำลองใหม่มาอธิบาย ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้เรียกว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Gilbert, Bouter, & Elmer, 2000)

ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการบนพื้นฐานระหว่างแนวคิดพุทธิปัญญา (Cognitive psychology) และการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Science education) (Buckley et al., 2004 อ้างถึงใน อารยา ควัฒน์กุล, 2558) โดยมี แนวคิดหลักว่า “ความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดจากปรากฏการณ์ที่ศึกษา หลังจากนักเรียนได้มีการแก้ปัญหา (Problem-solving) การลงข้อสรุป (Inferencing) หรือการให้เหตุผล (Reasoning)”และนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อนักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมบูรณาการเข้ากับสารสนเทศใหม่ และได้ขยายความรู้ต่อไป (Gobert & Buckley, 2002)

Gobert and Buckley (2002) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองไว้ตามลำดับ ดังนี้

1) นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2) ครูประเมินและทบทวนแนวคิดที่นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อสรุปอ้างอิงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

3) นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การทำงาน พฤติกรรม และสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์นั้นๆ เขียนเป็นแผนผังแนวคิด (Concept mapping) โดยเปรียบเทียบจากปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึง (Analogous system) ที่นักเรียนทราบ จากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง

4) นำแบบจำลองไปใช้และประเมิน ในขันนี้นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลองที่

นักเรียน สร้างขึ้นถูกปฏิเสธ เนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนต้องกลับไปปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น

5) ขยายแบบจำลอง (Elaboration) ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองขึ้นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

Gobert and Buckley (2000) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังนี้

1) นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา และครูผู้สอนทำการประเมินเพื่อสรุปแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

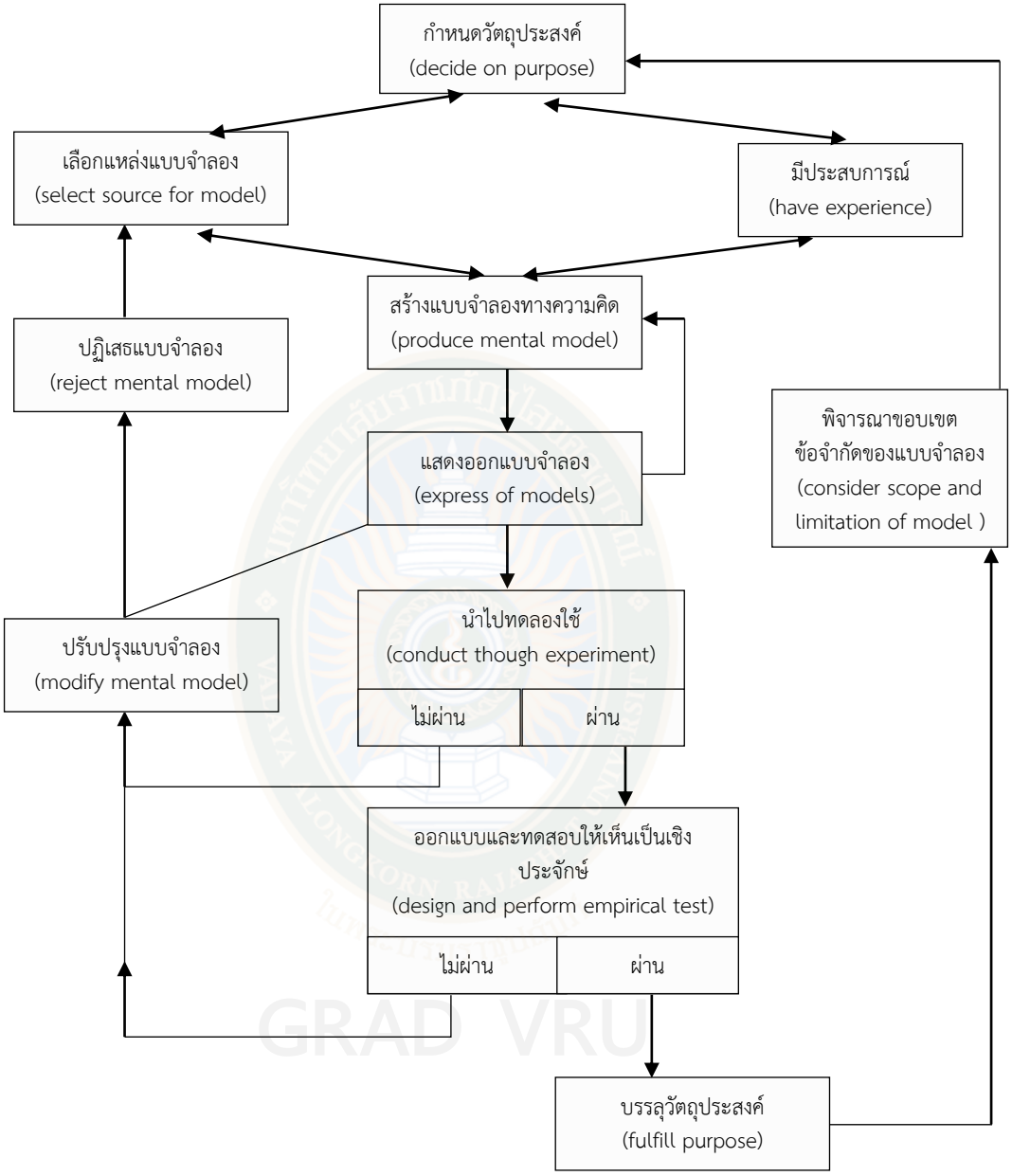
2) นักเรียนสร้างแบบจำลอง โดยนักเรียนรวบรวมข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกันทั้งข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การทำงาน พฤติกรรม และสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์นั้นๆ เขียนเป็นแผนผังแนวคิด (Concept mapping) โดยเปรียบเทียบจากปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึง (analogous System) ที่นักเรียนทราบจากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง

3) นำแบบจำลองไปทดลองใช้และประเมิน ซึ่งอาจพบว่าแบบจำลองของนักเรียนที่สร้างขึ้น ได้รับการปฏิเสธเนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ได้ไม่ดี ต้องกลับไปปรับปรุงและแก้ไขให้ดีขึ้น

4) ขยายแบบจำลอง โดยให้นักเรียนนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับ แบบจำลองอื่นเพื่อให้แนวคิดกว้างขึ้น

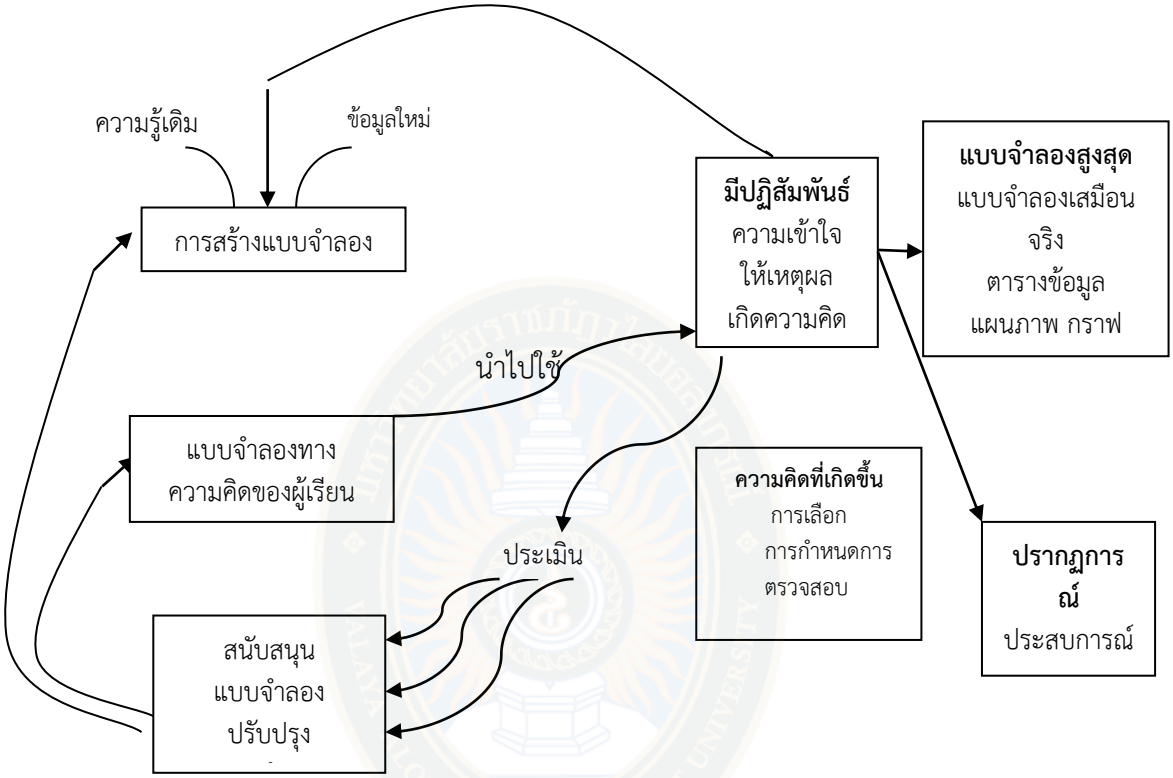
ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักการศึกษา มีการกล่าวไว้หลายรูปแบบซึ่งมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน และกระบวนการเรียนรู้นั้นเกิดเป็นวงจรที่มีความต่อเนื่องกัน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้มีการใช้กรอบแนวคิดของ Justi and Gilbert (2002 อ้างถึงใน ชัยยนต์ ศรีเรียงหา, 2554) ดังรูป (ภาพที่ 2.1) เพื่อกำหนดขั้นตอนไว้หลากหลายรูปแบบตามความเหมาะสม

GRAD VRU




**ภาพที่ 2.1** กรอบแนวคิดของ Justi and Gilbert **ที่มา**: ชัยยนต์ ศรีเรียงหา, (2554)

Buckley and Gobert (2004) ได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นวงจรการเรียนรู้ ดังภาพที่ 2.2

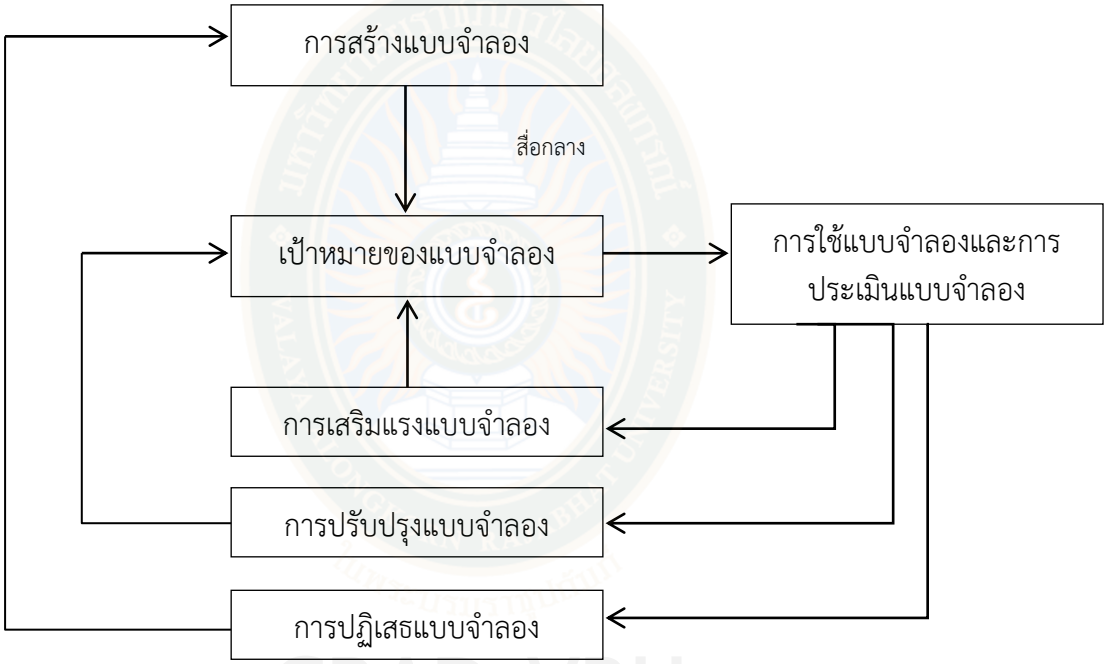



**ภาพที่ 2.2** กรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Buckley and Gobert

จากภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้เสนอกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนว่า เมื่อครูมอบหมายงานนักเรียนจะเริ่มต้นเขียนแบบจำลองจากความรู้เดิมและสารสนเทศใหม่ที่ได้รับในระหว่างการสร้างแบบจำลองที่รวบรวมความรู้มาจากหลาย ๆ แหล่ง ได้แก่ ประสบการณ์ตรงที่ได้รับจากประสบการณ์ ประสบการณ์ที่ได้รับผ่านวิดีทัศน์หรือสถานการณ์จำลอง หรือสถานการณ์จำลอง หรือการมีปฏิสัมพันธ์กับการแสดงการเป็นตัวแทนที่หลากหลาย (Representations) และแบบจำลองที่แสดงออก เป็นต้น และความรู้เดิมของนักเรียนนั้นอาจอยู่ในลักษณะแบบจำลองทางความคิดของปรากฏการณ์เพียงบางส่วนหรือแบบจำลองที่ยังไม่สมบูรณ์ซึ่งยังไม่สอดคล้องหรือไม่ครอบคลุมกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางความคิดนี้ ใช้เพื่อสร้างแบบจำลองที่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งจะใช้เพื่อทำความเข้าใจ และประเมินแบบจำลองที่นักเรียนคนอื่นสร้างขึ้น รวมไปถึงเพื่อทดสอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเอง ถ้านักเรียนใช้แบบจำลองตามภาระงานที่กำหนดได้สำเร็จ กล่าวคือ แบบจำลองดังกล่าวสามารถเข้าใจ อธิบาย และทำนายได้ หรือจากการที่นักเรียนได้สร้างข้อสรุปแล้ว แบบจำลองดังกล่าวที่ได้รับการเพิ่มเติมรายละเอียดจะกลายเป็นแบบจำลองที่คงที่ในที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าแบบจำลองดังกล่าวเกิดความไม่สอดคล้อง และ/หรือแบบจำลองมีข้อบกพร่อง นักเรียนอาจจะปฏิเสธแบบจำลองดังกล่าว

และสร้างแบบจำลองขึ้นใหม่อีกครั้ง หรือปรับปรุงแบบจำลองที่สร้างไว้ในตอนเริ่มต้น โดยการปรับปรุงแก้ไขเพียงบางส่วนหรืออาจเพิ่มเติมและรวบรวมแบบจำลองที่มีอยู่เพื่อทำให้เป็นแบบจำลองที่สมบูรณ์ นักเรียนที่สร้างแบบจำลองจนเกิดความชำนาญจะสามารถปรับเปลี่ยนการแสดงการเป็นตัวแทนลักษณะของปรากฏการณ์โดยมีความสอดคล้องและเป็นไปตามภาระงานที่ได้รับ (Buckley and Gobert, 2004)

จากการศึกษารูปแบบของ Gobert and Buckley (2000) มีการลำดับขั้นตอนไว้อย่างครอบคลุม และชัดเจน (ดูภาพที่ 2.3)




**ภาพที่ 2.3** การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของ Buckley (Seel, N.M., 2017)

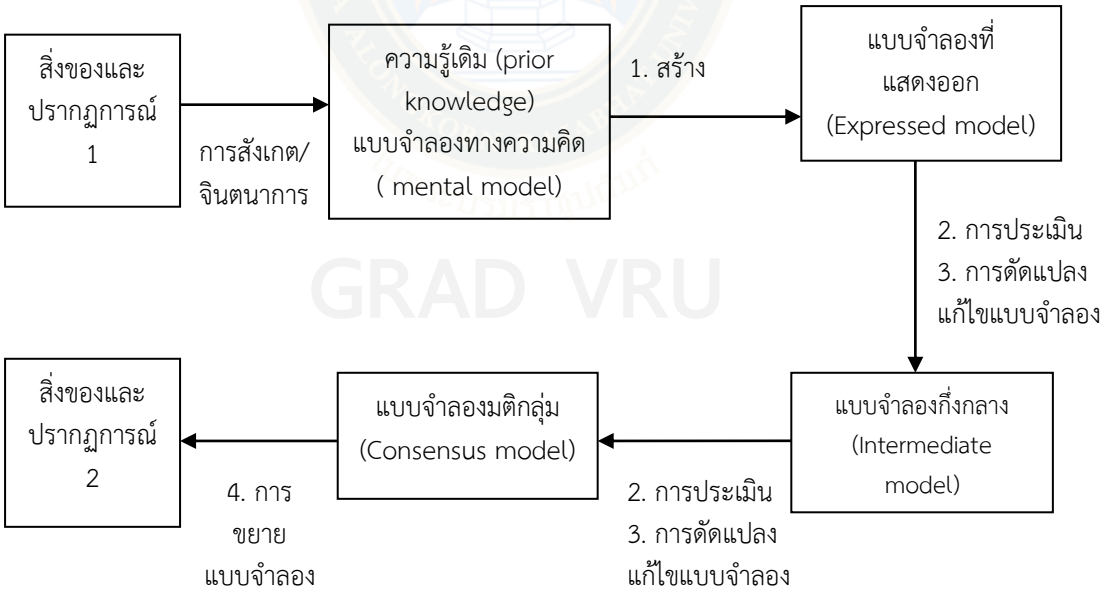
ชาตรี ฝ่ายคำตา (2554) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยแสดงดังรูปที่ 2.4 และรายละเอียดต่อไปนี้

1. การสร้างแบบจำลอง (Generating model) ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแบบจำลองความคิดของตนเองออกมาให้มากที่สุด โดยการใช้คำถามหรือกิจกรรมที่เร้าความสนใจผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ สำหรับครูแล้วขั้นนี้จะเป็นโอกาสที่ดีที่จะเข้าใจว่านักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร เมื่อครูได้ล้วงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนแล้ว ครูจะสามารถเพิ่มพูนและส่งเสริมแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ตามเป้าหมายที่วางไว้ได้

2. การประเมินและดัดแปลงแบบจำลอง (Evaluating model) ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ ในขั้นนี้ควรฝึกให้ผู้เรียนได้ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง หรือทำการศึกษาค้นคว้าค้นหาข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์

3. การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying) ผู้เรียนจะมีการดัดแปลงแก้ไขแบบจำลองเพิ่มเติมจนกระทั่งแบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วสามารถอธิบายข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้อง โดยเมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมแล้วค้นพบปรากฏการณ์ข้อเท็จจริง หลักการ หรือกฎใหม่ ๆ ที่ไม่อาจอธิบายได้ด้วยแบบจำลองนั้น ผู้เรียนอาจจะเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มเพื่อนที่สร้างขึ้นและรวมแบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองมติของกลุ่มหรือชั้นเรียน ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จัดว่าเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการสร้างแบบจำลองและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. การขยายแบบจำลอง (Elaborating model) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ หรือสถานการณ์อื่น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเชื่อและเข้าใจแบบจำลองที่ตนสร้างขึ้นหรือแบบจำลองที่ได้เรียนรู้ว่าสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์อื่นได้หรือไม่




**ภาพที่ 2.4** ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2554)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องขั้นการจัดการจัดเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังนั้นการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สรุป ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

GRAD VRU

1) การสร้างแบบจำลอง (Model formation) เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนนำประสบการณ์เดิม จากแบบจำลองพื้นฐาน สร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จากปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแบบจำลองความคิดของตนเองออกมาให้มากที่สุด โดยการใช้คำถามหรือกิจกรรมที่เร้าความสนใจผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ

2) การใช้และประเมินแบบจำลอง (Use and evaluation) เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น ไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา และประเมินแบบจำลอง โดยการฝึกให้ผู้เรียนได้ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง หรือทำการศึกษาค้นคว้าค้นหาข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์

3) การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision) เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมแล้วค้นพบปรากฏการณ์ข้อเท็จจริง หลักการ หรือกฎใหม่ ๆ ที่ไม่อาจอธิบายได้ด้วยแบบจำลองนั้น ผู้เรียนอาจจะเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มเพื่อนที่สร้างขึ้นและรวมแบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองมติของกลุ่มหรือชั้นเรียน

4) การขยายแบบจำลอง (Model caboration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองขึ้นเพื่อขยายแบบจำลองทางความคิดให้กว้างขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเชื่อและเข้าใจแบบจำลองที่ตนสร้างขึ้นหรือแบบจำลองที่ได้เรียนรู้ว่าสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์อื่นได้หรือไม่

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

ณัฏฐ์นภันต์ กตัญรัตน์ (2558) ศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ MIS และศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ MIS นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยมโนมติ เรื่องไฟฟ้าเคมี สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นทุกมโนมติ (2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในระดับดีมาก

ธณัฏฐา คงทน (2559) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และแนวคิดของนักเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยให้ความสำคัญกับการใช้คำถามที่ช่วยให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน ใช้กระบวนการสร้าง แสดงออก ทดสอบ ประเมิน และขยายแบบจำลองที่สร้างขึ้นประกอบกับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 45.8 สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง เคมีอินทรีย์ ให้มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) รองลงมาร้อยละ 29.5 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 15.8 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และร้อยละ 8.9

มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุด คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และหัวข้อที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ไอโซเมอร์

ละมัย โชคชัย (2557) ทำการพัฒนาแนวคิด เรื่องเซลล์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) ร้อยละ 62.00 รองลงมามีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์( PU) ร้อยละ 20.00 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (MU) ร้อยละ11.00 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU&MU) ร้อยละ7.00 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 0.00 โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด คือ เซลล์ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต และเนื้อหาที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์

พิมพ์ปภัทร แก้วดี (2559) ศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากขึ้นทั้ง 3 เรื่อง โดยเรื่องที่มีแนวคิดถูกต้องมากที่สุด คือ เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต (ร้อยละ 79.07) รองลงมาคือ เรื่อง ฮอร์โมนเพศ (ร้อยละ 67.44) และเรื่องเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท (ร้อยละ 51.16) ตามลำดับ

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Julia (2008) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดด้านดาราศาสตร์ของนักเรียน โดยทำการสำรวจแนวคิดของนักเรียน เกรด 4 เกรด 3 และเกรด 8 จำนวน 60 คน โดยใช้การสัมภาษณ์ ร่วมกับการใช้ท้องฟ้าจำลอง ซึ่งให้นักเรียนตอบโดยมีการสาธิตการเคลื่อนที่ของดวงดาวบนท้องฟ้าประกอบ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนในชั้นสูงกว่ามีแนวคิดที่ถูกต้องมากกว่า นักเรียนที่เรียนในชั้นที่ต่ำกว่า และนักเรียนเกรด 8 มีแนวคิดไม่แตกต่างจากนักเรียนเกรด 3 การใช้ เทคนิคการเรียนรู้ โดยการเคลื่อนไหวของดวงดาวโดยใช้ท้องฟ้าจำลองเป็นวิธีการสืบสอบเพื่อปรับปรุงความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดวงดาวบนท้องฟ้า ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการพัฒนากามเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของรูปแบบการเคลื่อนที่ของดวงดาวบนท้องฟ้า ให้เด็กสามารถเรียนรู้ที่จะอธิบายรูปแบบของการเคลื่อนที่ของดวงดาวผ่านท้องฟ้าจำลอง นอกจากนี้ยังช่วยให้เด็กเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่จริงๆ ของดวงจันทร์ ไปรอบโลก

Litlejohn (2007) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองใบไม้ แบบจำลองเซลล์พืช และแบบจำลองเซลล์สัตว์ เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้มโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช และการหายใจระดับเซลล์ ภายหลังการสอน พบว่า นักเรียนได้คะแนน ความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ดังกล่าวสูงขึ้น รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่อง การสังเคราะห์ แสงของพืชกับการหายใจระดับเซลล์ได้ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถนำเสนอกระบวนการที่ซับซ้อนให้แก่นักเรียนให้เห็นเป็นรูปธรรมได้

Baek, Schwarz, Chen, Hokayem, & Zhan, (2010) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS (Model centered instruction sequence) เพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific modeling) ในมิติด้านการสร้างและการปรับปรุงแบบจำลองภายใต้

โครงการ MoDeLS ของ นักเรียนเกรด 5 จำนวน 28 คน เป็นระยะเวลา 6-8 สัปดาห์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการระเหยและ การควบแน่นของสาร เก็บข้อมูลก่อนและหลังเรียนโดยใช้แบบวัด การบันทึกวีดีทัศน์และการใช้ แบบตอบการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 64 ของนักเรียนทั้งหมด กล่าวคือ นักเรียนสามารถวาดภาพ แบบจำลองที่อธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งเป็นการแสดงการอธิบาย ลักษณะที่สำคัญด้วยแบบจำลองและการสื่อสารด้วยแบบจำลอง และจากการเก็บข้อมูลด้วย การสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 12 คน ผลพบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นว่าแบบจำลองสามารถใช้ อธิบายปรากฏการณ์ได้ และคำนึงถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาประเมินแบบจำลอง

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบ จำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

GRAD VRU

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นผลการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดตัวแปรที่ศึกษา
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. แบบแผนการทดลอง
5. การดำเนินการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

## 3.1 การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 จำนวน 18 โรงเรียน 27 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 427 คน

3.1.2 ตัวอย่าง

ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage Sampling) ซึ่งดำเนินการสุ่มตัวอย่างดังนี้ ขั้นที่ 1 สุ่มสหวิยาเขตจากสำนักเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 ซึ่งแบ่งเป็น 10 สหเขต ได้ 1 สหวิทยาเขต คือ สหวิทยาเขตทัพหลวงแจงงาม ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนจากสหวิทเขตทัพหลวงแจงงาม ได้ 1 โรงเรียนคือโรงเรียนบ้านสระเตย และขั้นที่ 3 เลือก 1 ห้องเรียนจากโรงเรียนบ้านสระเตย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 คน มาเป็นกลุ่มตัวอย่าง

## 3.2 การกำหนดตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

## 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ด้วยการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคู่มือการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

3.3.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3.3.1.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว เพื่อการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

**ตารางที่ 3.1** แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ มโนทัศน์ และตัวชี้วัดการเรียนรู้

| สาระการเรียนรู้ | มโนทัศน์ | ตัวชี้วัด |
|---|---|---|
| 1.บรรยากาศของเรา | 1. โลกมีบรรยากาศห่อหุ้ม บรรยากาศของโลกมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันซึ่งเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต<br>2. บรรยากาศของโลกในปัจจุบันมีสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกันไปตั้งแต่ระดับพื้นผิว จนสูงขึ้นไปในอวกาศ<br>3. นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงแบ่งบรรยากาศ ได้เป็นชั้นโทรโพสเฟียร์ ชั้นสตราโตสเฟียร์ ชั้นมีโซสเฟียร์ ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และชั้นเอกโซสเฟียร์<br>4. ชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นมี | สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศ และเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น |

**ตารางที่ 3.1 (ต่อ)**

| สาระการเรียนรู้ | มโนทัศน์ | ตัวชี้วัด |
|---|---|---|
| | ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ | |
| 2. อุณหภูมิอากาศ | 1. อุณหภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปในรอบวัน เนื่องจากพื้นผิวโลกมีการรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ | อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ |
| | 2. ปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ เช่น สิ่งแวดล้อมและลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่นั้น ละติจูด และความสูงต่ำของพื้นที่<br>3. อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิอากาศเรียกว่า เทอร์มอมิเตอร์ | อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ |
| 3. ความกดอากาศและลม | 1. อากาศมีแรงดันเท่ากันทุกทิศทางแรงที่อากาศกระทำต่อหน่วยพื้นที่ เรียกความดันอากาศ นักอุตุนิยมวิทยาเรียกความดันอากาศว่าความกดอากาศ<br>2. ความกดอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอากาศในบริเวณนั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระดับความสูงจากระดับทะเล<br>3.อุปกรณ์ที่ใช้วัดความกดอากาศเรียกว่าบารอมิเตอร์<br>4. ลมเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ | อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ |

GRAD VRU

**ตารางที่ 3.1 (ต่อ)**

| สาระการเรียนรู้ | มโนทัศน์ | ตัวชี้วัด |
|---|---|---|
| | 5. ลมเคลื่อนที่ได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความกดอากาศของสองพื้นที่ และระยะห่างระหว่างสองพื้นที่นั้น หากความกดอากาศแตกต่างกันมากและ/หรือระยะห่างของพื้นที่น้อย ลมจะเคลื่อนที่ได้เร็วและหากความกดอากาศแตกต่างกันน้อยและ/หรือระยะห่างของพื้นที่มาก ลมจะเคลื่อนที่ได้ช้า | |
| 4. ความชื้น | 1. ความชื้นคือไอน้ำที่อยู่ในอากาศค่าความชื้นอากาศสามารถแสดงได้ในแบบความชื้นสัมบูรณ์และความชื้นสัมพัทธ์<br>2. ความชื้นสัมบูรณ์เป็นปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์เป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับปริมาณไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิความดัน และปริมาตรเดียวกัน<br>3. ความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำในพื้นที่นั้น และอุณหภูมิอากาศ โดยสภาพแวดล้อมของพื้นที่ส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ เช่นกัน<br>4. เมื่อความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 100% อากาศจะอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำเมื่ออุณหภูมิอากาศลดลงอีกไอน้ำในอากาศจะเริ่มควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ เกิดเป็น เมฆหมอก หรือน้ำค้าง | อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ |

**ตารางที่ 3.1 (ต่อ)**

| สาระการเรียนรู้ | มโนทัศน์ | ตัวชี้วัด |
|---|---|---|
| 5. เมฆและฝน | 1. รูปร่างลักษณะของเมฆและปริมาณเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณไอน้ำในอากาศ อุณหภูมิอากาศ ลมและทิศทางลม<br>2. เมื่อละอองน้ำหรือเกล็ดน้ำแข็งในเมฆมีขนาดใหญ่ขึ้นจนกระทั่งน้ำและน้ำแข็งจากเมฆตกลงมายังพื้นผิวโลกในรูปแบบต่าง ๆ เช่นฝน หิมะ ลูกเห็บ ซึ่งเรียกว่าหยาดน้ำฟ้า | |
| 6. การพยากรณ์อากาศ | 1. การพยากรณ์อากาศมีขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ การตรวจอากาศการสื่อสาร และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ<br>2. คำพยากรณ์อากาศที่แม่นยำจำเป็นต้องมีข้อมูลองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศที่เพียงพอ และความรู้ความเข้าใจกระบวนการทางลมฟ้าอากาศเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล<br>3. คำพยากรณ์อากาศมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ | - อธิบายวิธีการพยากรณ์อากาศและพยากรณ์อากาศอย่างง่าย<br>- ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ |

**ตารางที่ 3.2** การกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

| การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน | ลักษณะของกิจกรรม |
|---|---|
| 1. ขั้นสร้างแบบจำลอง<br>เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนนำประสบการณ์เดิม จากแบบจำลองพื้นฐานสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จากปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแบบจำลองความคิดของตนเองออกมาให้มากที่สุด โดยการใช้คำถามหรือกิจกรรมที่เร้าความสนใจผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ | - ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกำหนดปัญหาสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน<br>- ครูใช้คำถามหรือกิจกรรมที่เร้าความสนใจให้นักเรียนคิด<br>- นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง |
| 2. การใช้และประเมินแบบจำลอง<br>เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้น ไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา และประเมินแบบจำลอง โดยการฝึกให้ผู้เรียนได้ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง หรือทำการศึกษาค้นคว้าค้นหาข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ | - ครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดที่ใช้สร้างแบบจำลองด้วยคำพูด<br>- ครูให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้ชัดเจน<br>- ครูให้นักเรียนให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนต่าง ๆ ในแบบจำลอง<br>- ครูตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ของนักเรียน |
| 3. การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง<br>เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมแล้วค้นพบปรากฏการณ์ข้อเท็จจริง หลักการ หรือกฎใหม่ ๆ ที่ไม่อาจอธิบายได้ด้วยแบบจำลองนั้น ผู้เรียนอาจจะเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มเพื่อนที่สร้างขึ้นและรวมแบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองมติของกลุ่มหรือชั้นเรียน | - นักเรียนนำเสนอแบบจำลองที่ตนเองขึ้นพร้อมให้เหตุผลที่ใช้ในการสร้าง<br>- นักเรียนฟังการนำเสนอแบบจำลองของอื่นอย่างวิเคราะห์<br>- นักเรียนฟังและพยายามทำเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย<br>- นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์<br>- ผู้เรียนเปรียบเทียบแบบจำลองของเพื่อนที่สร้างขึ้นและรวมแบบจำลองของกลุ่มเพื่อสร้างแบบจำลองมติกลุ่ม |

**ตารางที่ 3.2 (ต่อ)**

| การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน | ลักษณะของกิจกรรม |
|---|---|
| 4. การขยายแบบจำลอง<br>เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองขึ้นเพื่อขยายแบบจำลองทางความคิดให้กว้างขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเชื่อและเข้าใจแบบจำลองที่ตนสร้างขึ้นหรือแบบจำลองที่ได้เรียนรู้ว่าสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์อื่นได้หรือไม่ | - ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่<br>- นักเรียนนำการชี้บอกส่วนประกอบต่างๆในแบบจำลอง คำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม<br>- นักเรียนนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่น |

3.3.1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้โดยมีแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 แผน และอีก 1 แผน เป็นแผนสำหรับการปฐมนิเทศ เรื่องการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าแบบจำลองวิทยาศาสตร์ คือ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 0 เรื่อง แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 2 ชั่วโมง (ใช้เวลานอก)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บรรยากาศของเรา 3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิอากาศ 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความกดอากาศและลม 4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความชื้น 3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เมฆและฝน 3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การพยากรณ์อากาศ 2 ชั่วโมง

ซึ่งแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผน ตามขั้นตอนของ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553) ประกอบด้วย

1) มาตรฐานการเรียนรู้
2) ตัวชี้วัดชั้นปี
3) สาระสำคัญ
4) จุดประสงค์การเรียนรู้
5) สาระการเรียนรู้
6) กิจกรรมการเรียนรู้
   ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง (Model formation)
   ขั้นที่ 2 การใช้และประเมินแบบจำลอง (Use and evaluation)
   ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision)
   ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง (Model elaborating)

7) การวัดผลประเมินผล ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน โดยปรับปรุงมากจากเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) โดยให้ครู และนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินแบบรูบริค (Rubric Assessment)

8) สื่อและแหล่งเรียนรู้

9) บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อการตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้สอน ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

3.3.1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปเสนอผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือจำนวน 5 คน เพื่อการตรวจสอบ องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์ประสงการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมีค่าระหว่าง 3.8 – 4.6 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสม

3.3.1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.2 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดความรู้ ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว เป็นแบบทดสอบแบบชนิดปรนัยแบบสองตอน (Two-tier

multiple choice format ) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content tier ) และตอนที่สองเป็นส่วนของคำถามการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก (Reason tier) จำนวน 30 ข้อ จำนวน 1 ชุด มีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและตำราเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.3.2.2 สร้างตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชนิดปรนัยแบบสองตอน (Two-tier multiple choice format) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content tier ) และตอนที่สองเป็นส่วนของคำถามการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกตอบ (Reason tier) จำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและตัวชี้วัด โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1) มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน

2) มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4) ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3.3.2.4 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 คน ตรวจความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

3.3.2.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 คน ตรวจความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยดัชนีความสอดคล้องมีค่า 0.6 -1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า คัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.50 ขึ้นไป

3.3.2.6 นำแบบทดสอบที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้ใช้วิธีวิทนีย์ และซาเบอร์

3.3.2.7 คุณภาพข้อสอบมีความยาก (p) ระหว่าง 0.38 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง .22 - .83 จำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่ตัวอย่าง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient) เท่ากับ 0.94

3.3.2.8 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับตัวอย่าง

3.3.3 แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.3.2 กำหนดรายการประเมิน โดยรายการประเมินสอดคล้องกับเนื้อหา ซึ่งได้กำหนดไว้ให้นักเรียนก่อนการออกแบบและสร้างแบบจำลอง

รายการประเมินจำแนกได้ 2 ข้อ ได้แก่ 1) ความถูกต้องของมโนทัศน์ 2) การนำไปใช้อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้ โดยกำหนดสัดส่วนความสำคัญคิดเป็นน้ำหนักร้อยละ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.3** สัดส่วนความสำคัญที่คิดเป็นน้ำหนักร้อยละของรายการประเมินแบบจำลอง

| รายการประเมิน | น้ำหนักร้อยละ |
|---|---|
| 1. ความถูกต้องของมโนทัศน์ | 50 |
| 2. การนำไปใช้อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้ | 50 |
| รวม | 100 |

3.3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และทำการออกข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ซึ่งข้อสอบจะให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ใน ชีวิตประจำวัน แล้วสร้างแบบจำลองที่สะท้อนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันหรือ อธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน แล้วทำการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง โดยใช้แบบเกณฑ์การประเมิน (Scoring rubrics) ซึ่งจะแบ่งเกณฑ์การประเมินในแต่ละรายการ ออกเป็น 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.4 จากนั้นกำหนดรายละเอียดที่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ ตามระดับความรู้ความสามารถในแต่ละรายการประเมิน และเกณฑ์การประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 3.5

**ตารางที่ 3.4** เกณฑ์การประเมินในแต่ละรายการประเมิน 3 ระดับสำหรับแบบจำลอง

| ระดับคะแนน | ความหมาย |
|---|---|
| 3 | มีความสามารถอยู่ระดับดีมาก |
| 2 | มีความสามารถอยู่ระดับดี |
| 1 | มีความรู้ มีความสามารถอยู่ระดับพอใช้ |

**ตารางที่ 3.5** เกณฑ์การประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

| **รายการประเมิน** | **ระดับคะแนน** | | | **คะแนน** |
|---|---|---|---|---|
| | **ดีมาก (3)** | **ดี (2)** | **พอใช้ (1)** | |
| **1. ความถูกต้องของมโนทัศน์** | เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์ รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบถ้วน | เขียนแบบจำลอง บนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์ รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน | เขียนแบบจำลอง บนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์ รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน | |
| **2. อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้** | เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนและชัดเจน | เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนแต่ไม่ชัดเจน | เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ครบถ้วนและไม่ชัดเจน | |
| **คะแนนรวม** | | | | |

3.3.3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่าง ลักษณะข้อคำถามในข้อสอบกับวัตถุประสงค์การวัด ในการเขียนออกมาเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.3.3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.3.3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือก แบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2542) โดยดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.8 – 1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3.3.3.7 นำแบบทดสอบที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้วิธีวิทนีย์ และซาเบอร์

3.3.3.8 คุณภาพข้อสอบมีความยาก (p) ระหว่าง 0.36 - 0.52 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.29 - 0.56 จำนวน 5 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่ตัวอย่าง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient) เท่ากับ 0.71

3.3.3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานมาแล้วและไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

**3.4 แบบแผนการทดลอง**

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Design ) ซึ่งการดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว โดยมีการวัดระดับผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ ดังภาพที่ 3.1 และการวัดระดับผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังภาพที่ 3.2 เพื่อตอบคำถามการวิจัย

| $O_1$ | X | $O_2$ |
|---|---|---|
| **ก่อนการทดลอง** | **ขณะทดลอง** | **หลังการทดลอง** |

**ภาพที่ 3.1** รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design

เมื่อ X แทน การเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน

$O_1$ แทน ระดับการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง

$O_2$ แทน ระดับการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการวัดความสามารถในการสร้าง แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง

### 3.5 การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในกลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มที่ใช้ในการทดลองด้วยการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน ตามขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

ทำการทดสอบก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ขั้นต่อไปเป็นการแนะนำวิธีการเรียนตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานให้กลุ่มทดลองทราบ

2) ขั้นดำเนินการสอน

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยในการสอนกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน และใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 17 ชั่วโมง และในระหว่างการสอนอาจารย์สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

3) ขั้นหลังสอน

เมื่อดำเนินการสอนครบตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาในการทดสอบ 90 นาที จากนั้นนำคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัวและคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์เปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 เพื่อทดสอบสมมติฐาน

**3.6. การวิเคราะห์ข้อมูล**

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.6.1.1 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานด้วยสถิติ t-test for dependent samples

3.6.1.2 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองการจัดการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานด้วยสถิติ t-test for one sample กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3.6.1.3 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานด้วยสถิติ t-test for dependent samples

3.6.1.4 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองการจัดการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานด้วยสถิติ t-test for one sample กับเกณฑ์ร้อยละ 70

**3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

3.7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.7.1.1ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) โดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.7.1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.7.2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2544)

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ = ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชียวชาญ

3.7.2.2 หาความยากง่าย (P) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีวิทนีย์ และซาเบอร์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

$S_U$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

$S_L$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

$X_{max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

3.7.2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีวิทนีย์ และซาเบอร์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

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

เมื่อ r แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
$S_U$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
$S_L$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
$X_{max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
$X_{min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

3.7.2.4 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient) คำนวณได้จากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554)

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

เมื่อ $\alpha$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
n แทน จำนวนข้อสอบ
$S_i^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
$S^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

3.7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.7.3.1 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากที่ได้รับการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม โดยใช้ t-test for dependent samples (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554) คำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D^2\right)}{n-1}}} \quad \text{และ} \quad df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน
$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน
n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.7.3.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ t-test for one sample (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2550)คำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X} - u_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad ; df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
$u_0$ แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3.7.3.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากที่ได้รับการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม โดยใช้ t-test for dependent samples (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554) คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
∑D แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน
$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน
n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.7.2.4 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ t-test for one sample (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2550) คำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X} - u_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad ; df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
$u_0$ แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

GRAD VRU

GRAD VRU

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นผลการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านสระเตย อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งมีลำดับดังต่อไปนี้

## 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| n | แทน | จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง |
| $\mu_0$ | แทน | เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม |
| $\bar{X}$ | แทน | ค่าคะแนนเฉลี่ย |
| S.D. | แทน | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| t | แทน | ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t |
| p | แทน | ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน |
| * | แทน | ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 |

## 4.2 การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2. ผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

**4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้ผลดังตารางที่ 4-1

**ตารางที่ 4.1** การเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

| กลุ่มตัวอย่าง | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | S.D. | df | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 90 | 8.74 | 6.27 | 18 | 26.348* | .000 |
| หลังเรียน | 90 | 68.11 | 10.165 | | | |

*p <.05

ตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้ผลดังตาราง 4.2

**ตารางที่ 4.2** การเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

| กลุ่มตัวอย่าง | คะแนนเต็ม | $\mu_0$ | $\overline{x}$ | S.D. | df | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลังเรียน | 90 | 63 | 68.11 | 10.165 | 18 | 2.189* | .042 |

*p <.05

** $\mu_0$ แทน เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

4.3.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้ผลดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

| กลุ่มตัวอย่าง | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | SD | df | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 30 | 5.63 | 1.571 | 18 | 39.798* | .000 |
| หลังเรียน | 30 | 22.32 | 2.506 | | | |

*p <.05

ตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

4.3.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

| กลุ่มตัวอย่าง | คะแนนเต็ม | $\mu_0$ | $\bar{x}$ | SD | df | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลังเรียน | 30 | 21 | 22.32 | 2.056 | 18 | 2.789* | .012 |

*p <.05

** $\mu_0$ แทน เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 4.4 พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

GRAD VRU

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผลการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน หลังการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ให้ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 หลังการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังเรียน หลังการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ให้ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 หลังการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

สมมติฐานการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีระดับผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ระดับผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 19 คน ซึ่งการจัดห้องเรียนคละความสามารถ ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือวิจัยที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว จำนวน 6 แผน แบบวัดระดับผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบชนิดปรนัยแบบสองตอน (Two-tier multiple choice format ) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content tier ) และตอนที่สองเป็นส่วนของคำถามการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกตอบ (Reason tier) จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.38 - 0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 - 0.83 แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.52 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 - 0.56 ซึ่งข้อสอบจะให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ในชีวิตประจำวันแล้วสร้างแบบจำลองที่สะท้อนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันหรืออธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ซึ่งการดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว โดยมีการวัดระดับผลการ

เรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1) ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

1.1) ทำการทดสอบก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1.2) แนะนำวิธีการศึกษา พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์และเงื่อนไขในการศึกษาให้กลุ่มทดลองทราบ

2) ขั้นดำเนินการสอน

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยในการสอนกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน และใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 17 ชั่วโมง และในระหว่างการสอนอาจารย์สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

3) ขั้นหลังสอน

3.1) เมื่อดำเนินการสอนครบตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ใช้เวลาในการทดสอบ 20 นาที

3.2) นำคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ( 21 ข้อจากแบบทดสอบ 30 ข้อ) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.3) นำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนคะแนนผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากที่ได้รับการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม โดยใช้ t-test for dependent samples วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ t-test for one sample วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากที่ได้รับการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม โดยใช้ t-test for dependent samples และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ t-test for one sample

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผลการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

5.1.1 ผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 ผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.4 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผลการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยอภิปรายผลดังนี้

5.2.1 ผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 อาจเนื่องมาจากในขั้นการสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้แสดงแบบจำลองความคิดของตนเองออกมาให้มากที่สุด โดยการใช้คำถามหรือกิจกรรม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ หากนักเรียนพบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นยังไม่สมบูรณ์ มีข้อบกพร่องเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนทราบว่ามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในส่วนใดบ้างเพื่อจะได้นำไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในขั้นการใช้และประเมินแบบจำลอง โดยการฝึกให้ผู้เรียนได้ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง หรือทำการศึกษาค้นคว้าค้นหาข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นจากการได้สำรวจ และค้นหาในระหว่างที่สร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ซึ่งนักเรียนจะได้ไตร่ตรองความรู้ ข้อบกพร่องของตนเองจากการได้รับคำแนะนำ และการให้ผลสะท้อนกลับจากครูและเพื่อนทั้งในกลุ่มและต่างกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ Cognitive Constructivism ที่ได้กล่าวว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (active) และเป็นผู้สร้างความรู้ ขึ้นในใจเอง เป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่

(Fowler, 1994; Greens et al., 1996 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว้ตระกูล, 2552) จะเห็นได้จากการให้นักเรียนออกมานำเสนอสรุปความรู้เพื่อเป็นการแบ่งปันข้อมูลของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้ไปศึกษาค้นคว้าในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองนั้น จะอยู่ในขั้นการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เป็นขั้นที่ช่วยตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนแม้จะไปศึกษาในมโนทัศน์เดียวกัน แต่ความหมายที่ได้อาจแตกต่างกัน ซึ่งความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดจากปรากฏการณ์ที่ศึกษา หลังจากนักเรียนได้มีการแก้ปัญหา (Problem-solving) การลงข้อสรุป (Inferencing) หรือการให้เหตุผล (Reasoning)”และนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อนักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมบูรณาการเข้ากับสารสนเทศใหม่ และได้ขยายความรู้ต่อไป (Gobert & Buckley, 2002)

ส่วนการนำความรู้ไปใช้ในขั้นขยายแบบจำลอง เป็นการแสดงการนำความรู้ไปใช้และให้เหตุผลในสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกัน ซึ่งนักเรียนได้ใช้แบบจำลอง ในการอธิบายหรือแก้ปัญหาจนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ในปรากฏการณ์ที่ศึกษาอย่างสมบูรณ์ ดังที่ Buckley et al. (2004) ได้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลอง ทางความคิดจากปรากฏการณ์ที่ศึกษาหลังจากได้แก้ปัญหา ลงข้อสรุป และให้เหตุผล และสอดคล้องกับแนวคิดของ Gilbert et al. (2000) ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสร้าง แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า แบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น มองเห็นสิ่งที่เป็นนามธรรมในแบบรูปธรรม ช่วยในการมองเห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถ ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ ซึ่งแบบจำลองสามารถใช้เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

5.2.2 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4 อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสำรวจตรวจสอบ การปรึกษากันเกี่ยวกับรูปแบบของแบบจำลองและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเพื่อลงมติสร้างแบบจำลอง และการให้เหตุผลด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะด้านต่าง ๆ โดยนักเรียนได้เรียนรู้และฝึกการสร้างแบบจำลอง การตรวจสอบ การประเมิน และปรับปรุงแบบจำลองอย่างต่อเนื่อง จึงถือเป็นลักษณะที่สำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้แก่นักเรียน ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ หรือเป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ รวมไปถึงชิ้นงานที่เกิดขึ้นในทุก ๆ ครั้งที่เรียน ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อันได้แก่ การสร้าง การปรับปรุง การประเมิน การนำแบบจำลองไปใช้ และการขยายแบบจำลองโดยนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกการแสวงหาความรู้ ปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ โดยในขั้นการสร้างแบบจำลอง ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนจะได้สร้างแบบจำลองเบื้องต้นเป็นรายบุคคล ผ่านการคิด วางแผน โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่ออกแบบ และสร้างแบบจำลองตามแนวคิดของตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเอง ที่มีอยู่ต่อปรากฏการณ์ที่จะศึกษา แสดงการคิดสมมติฐานออกมาในลักษณะของภาพวาดที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ นักเรียนได้นำข้อมูลและหลักฐานที่ได้จากการ

สำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า มาพิจารณาเพื่อประเมินแบบจำลอง และปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองของตนเองในขั้นปรับปรุงและประเมินแบบจำลอง จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการทางความคิด ทำให้เกิดความรู้ ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจชัดเจนมากยิ่งขึ้น และการที่นักเรียนได้นำแบบจำลองไปใช้ทำนาย อธิบาย หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ในขั้นขยายแบบจำลอง จะส่งเสริมประสบการณ์การใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและสามารถนำความรู้ไปใช้เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถสร้างแบบจำลองที่แสดงมโนทัศน์ได้ชัดเจนในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพิ่มขึ้น ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้าง แบบจำลองผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลอง เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ครูควรทำการปฐมนิเทศนักเรียนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ถูกต้องและไม่เกิดปัญหาตลอดจนชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการร่วมมือช่วยเหลือกันเพื่อสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้

5.3.1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรมีการปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม

5.3.1.3 ครูควรเน้นอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียนโดยครูใช้คำถามหรือกระตุ้นให้นักเรียนสงสัยและซักถาม เพื่อให้นักเรียนสามารถประเมิน และปรับปรุงแบบจำลองที่สร้างขึ้นให้เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีที่สุด และทำให้นักเรียนเห็นข้อจำกัด ของแบบจำลองทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติและข้อจำกัดของแบบจำลองได้ดียิ่งขึ้น

5.3.1.4 ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกแบบจำลองทางความคิดของตนเองตั้งแต่ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง และสามารถได้แสดงแบบจำลองทางความคิดผ่านการสร้างแบบจำลองในรูปแบบต่างๆ เช่น การวาดภาพ กราฟ แผนภาพ เป็นต้น และปรับปรุงแบบจำลองโดยครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดที่ใช้สร้างแบบจำลองด้วยคำพูด และนักเรียนนำเสนอแบบจำลองที่ตนเองขึ้นพร้อมให้เหตุผลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองในขั้นการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองและในขั้นขยายแบบจำลอง ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ เพื่อช่วยให้เห็นความสำคัญของความรู้หรือแบบจำลอง ทางความคิดของตนเองเกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และจะช่วยให้นักเรียนพัฒนามโนทัศน์ให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

5.3.1.5 ควรเลือกใช้การสร้างแบบจำลองประเภทต่าง ๆ ในลักษณะของภาพวาด กราฟ และแผนภาพ เนื่องจากเหมาะสมกับเนื้อหาเรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ดังนั้นครูผู้สอนควรพิจารณาเลือกใช้แบบจำลองประเภทอื่นๆ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้สอน

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในระดับชั้นและเนื้อหาอื่นในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น พลังงานความร้อน ปรากฏการณ์โลก เป็นต้น

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาผลที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผล ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เพราะเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถนำสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวไปใช้ในวิชาอื่น และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน

GRAD VRU

# บรรณานุกรม

GRAD VRU

# บรรณานุกรม


กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**

กฤษณา โภคพันธ์. (2554). **การพัฒนาแนวคิดเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.(2561). **ความหมายของแบบจำลอง**. สืบค้นจาก http://tairgle.egat.co.th.

โกเมศ นาแจ้ง. (2554). **ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จินดารัตน์ โพธิ์นอก. (2557). **มโนทัศน์**. สืบค้นจาก http://www.royin.go.th.

จิรประภา อัครบวร. (2561). **Competency คืออะไรกันแน่**. สืบค้นจาก :http://www.chumphon.kmitl.ac.th/person/library/know/whatisCompetency.pdf.

จิรัสยา นาคราช. (2558). **การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบประสาทและความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชนาธิป พรกุล. (2554). **การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยยนต์ ศรีเรียงหา. (2554). **การพัฒนาแนวคิด เรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model Based Learning. **วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์**. 29(3), 86-99.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2554). **วิธีสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ: เอพริล พริ้นติ้ง.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์โปรแกรสซิฟ.

เชาวรินทร์ สีใหม่. (2552). **ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฏฐ์นภันต์ กตัญูรัตน์. (2558). **การศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ MIS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิศนา แขมมณี. (2560). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธณัฏฐา คงทน. (2559). การพัฒนาแนวคิดเรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจาลองเป็นฐาน. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**, 7(1), 62-76.

ธวัชชัย คงนุ่ม. (2550). **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธีระชัย ปูรณโชติ. (2537). **การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เส้นทางสู่อาจารย์ 3**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภารัตน์ ศรีคำเวียง, 2558. **ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสมที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2561). **การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2.** สืบค้นจาก http://edu.stou.ac.th/EDU/UploadedFile/22758-9.pdf.

นิศา ชูโต. (2551). **การวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: พริ้นโพร.

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล. (2544). **การวิจัยในชั้นเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พัชรี โพชนา. (2559). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม**. วิทยานิพนธ์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พิมพ์ปภัทร แก้วดี. (2559). การศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. **ในการประชุมวิชาการระดับชาติครุศาสตร์ ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น สู่ประชาคมอาเซียน : ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21**. มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1**. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์.

ภพ เลาไพบูลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2550). **ประมวลสาระชุดวิชาวิทยาการการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 8-15**. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ยุพาพร เลาสัตย์. (2553). **ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อความคิดรวบยอด เรื่อง พืชของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4** . วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). **พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสส์น.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ละมัย โชคชัย. (2557). **การพัฒนาแนวคิดเรื่องเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2544). **การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

วราภรณ์ แย้มจินดา. (2547). **แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย และคนอื่นๆ. (2548). **รายงานวิจัยเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียน การสอนของคณาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา**, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2560). **การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET)**. สืบค้นจาก http://www.niets.or.th/index.html.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555). **ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางการเรียนการสอนที่มีประสิทธิพล**. กรุงเทพฯ: อินเตอร์เอ็ดดูเคชั่น ซัพพลายส์.

GRAD VRU

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2532). **เอกสารวิธีสอนเรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: กราฟิคอาร์ต.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). **คู่มือการจัดการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). **คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. สืบค้นจาก http://www.scimath.org/ebook-science/item/8415-2-2560-2551.

สมชาย รัตนทองคำ. (2556). **จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์**. เอกสารประกอบการสอน 475 788 การสอนทางกายภาพบำบัด ภาคต้นปีการศึกษา 2556.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). **วิธีการทางสถิติสาหรับการวิจัย**. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. **คุณรู้จัก “Competency”(สมรรถนะ) ดีแค่ไหน**. สืบค้นจาก http://www.ocsb.go.th/upload/contents/20/attachfiles/F6523_250708.pdf.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้. (2557). **รูปแบบการจัดการเรียนการสอนจากการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism).** กรุงเทพฯ: บริษัท 21 เซ็นจูรี่ จำกัด.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2557). **แนวปฏิบัติการวัดและประเมินการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่ง ประเทศไทย.

สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์. (2543). **ผลการใช้กระบวนการเรียนแบบคอนสตรักติวิซึมและการใช้แฟ้มผลงานในการสอนหัวข้อเรื่องพลังงานกับชีวิต และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิดา จำรัส. (2555). **แบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์**. สืบค้นจาก https://chamrat2012.wordpress.com/2012/04/25/model-and-modeling-teaching.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2550). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2552). **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). **หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

อารยา ควัฒน์กุล. (2558). **ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ฮามีด๊ะ มูสอ. (2555). **การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Acher, A., Arco, M. and Sanmati, N. (2007). **Modeling as a Teaching Looming Process for Understanding Materdils : A Case Study in Primary Education**. Sclence Education.

Baek, H, Schwarz, C. Chen, J., Hokayem, H., & Zhan, L. (2010). Models and Modeling in Science Education. **Engaging elementary student in scientific modeling: The MODELS Fifth-Grade Approach and Finding**, 6(1), 195-218

Buckley, B. C.. Gobert, J. D. Kindfield. A.C.H. Horwitz, P. Tinker, R. F. Gerlits, B.,Wilensky. U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with biologic: what do they learn? How learn? How do we know?. **Journal of Science Education and Technology**. 13(1). 23-41

David Wood. (2561). **Scientific Models: Definition & Examples.** Retrieved from https://study.com/academy/lesson/scientific-models-definition-examples.html.

Frigg, R. and S. Hardman. (2006). **Models in Science.Standford Encyclopedia of Philosophy**. (online). http://plato.standford.edu/entries/model-sciencel, November 3, 2018.

Giere, R. N. (1988). **Explaining Science: A CognitiveApproach**. Chicago: University of Chicago Press.

Gilbert, J. K. (2005) a. **Catching the Knowledge Wave: the Knowledge Society and the Future of Education Wellington**, NZ.

Gilbert, J. K. (2005) b. **Visualization in Science Education**. Natherlands: Springer pp.

Gilbert, J. K., Bouter, C. J., & Elmer, R. (2000). **Positioning models in science education and in design and technology education.** In J.K. Gilbert and C.J.

GRAD VRU

Bouter (eds.). Developing Models in Science Education**.** (pp. 3-17). Netherlands: Kluwer Academic.

Gobert, J. D. and Buckley B. C., (2002). Introduction to Model-Based Teaching and learning in Science Education. **International Journal of science Education**, 22 (9), 891-894.

Gobert, J. D., and B. C. Buckley. 2000. Introduction to model-based teaching and learning in science education. **International Journal of Science Education.** 22 (9): 891-894.

Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. **In Berg, E., Ellermeijer, T., and Sloonten, 0:, Proceedings GIREP Conference** 2006: Modeling in Physics and Physics Education. Amstel Institute, Faculty of Science Universiteit van Amsterdam.

Hung, J. F., & Lin, J. C. (2009). **The development of the simulation modeling system and modeling ability evaluation**. Retrieved from htto://www.sersc.org/journals/IJUNESST/VO12_no4/1.pdf.

Julia, P. (2008). Students' Development of Astronomy Concepts across Time. **Astronomy Education Review**. 7(1), 139-148.

Kara Rogers**. Scientific modeling.** Retrieved from https://www.britannica.com/science/scientific-modeling.

Krajcik, J. S., C. M. Czerniak and C. Berger. (1999). **Teaching children science : a project-based approach**. Boston: McGraw-Hill.

Littlejohn, P. (2007). Building leaves and an understanding of photosynthesis. **Science Scope**, 30(8), 22-25.

Mark, et al. (2005). **Models and Modeling**. Retrieved from http://ambitiousscienceteaching.org.

National Center for Mathematics and Science. (2002**). Explanatory models in science. the board of regents of the University of Wisconsin System**. Retrieved from http://ncisla.wceruw.org/muse/MODEL S/index.html.

NGSS Lead States. (2013). **Next Generation Science Standards: For states, by states**. Washington, DC: National Academies Press.

Schwarz, C. V., et al. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. **Journal of Research in Science Teaching**, 46(6), 632-654.

Seel, N. M. (2017). Model-based learning: A synthesis of theory and research. **Educational Technology Research and Development**, 65(4), 931-966.

Sound, R. B. and Trowbridge L. W. (1973). **Teaching Science by Inquiry in Secondary School**. 2nd ed. Ohio: A Bell and Howell.

Victoria. (2017). **Scientific Models.** Retrieved from https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/discipline/science.

GRAD VRU

# ภาคผนวก

GRAD VRU

# ภาคผนวก ก
# ตรวจสอบเครื่องมือ

GRAD VRU

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง อาจารย์ประจำสาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพล อาจารย์ภาควิชาสถิติและการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
3. นางสาวนาฏลดา ภู่ประเสริฐ ศึกษานิเทศก์ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 2
4. นายภาณุพงศ์ พละวงษ์ ศึกษานิเทศก์ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3
5. นายรังสิมันต์ จันทร์เรือง ข้าราชการครู คศ. 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดน้ำพุ

GRAD VRU

ที่ ศธ ๐๕๕๑.๑๒/ ๑๐๒

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ. ประตูน้ำพระอินทร์
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๓๐ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง

ด้วยนางสาวปิยะนารถ ประดับมุข รหัสนักศึกษา ๕๙B๕๔๖๘๐๒๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๑" โดยมี อาจารย์ ดร.ศักดิ์ สุวรรณฉาย เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาวปิยะนารถ ประดับมุข เบอร์โทรศัพท์ ๐๖๔-๙๙๐๕๖๔๑ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓
โทรสาร ๐- ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

GRAD VRU

ที่ ศธ ๐๕๕๑.๑๒/ ๑๘๓

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ. ประตูน้ำพระอินทร์
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๓๐ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล

ด้วยนางสาวปิยะนารถ ประดับมุข รหัสนักศึกษา ๕๙B๕๔๖๘๐๒๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๑" โดยมี อาจารย์ ดร.ศักดิ์ สุวรรณฉาย เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาวปิยะนารถ ประดับมุข เบอร์โทรศัพท์ ๐๖๔-๙๙๐๕๖๔๑ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓
โทรสาร ๐- ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

GRAD VRU

ที่ ศธ ๐๕๕๑.๑๒/ ๑๐๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ. ประตูน้ำพระอินทร์
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๓๐ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นางสาวนาฏลดา ภู่ประเสริฐ

ด้วยนางสาวปิยะนารถ ประดับมุข รหัสนักศึกษา ๕๙B๕๔๖๘๐๒๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๑" โดยมี อาจารย์ ดร.ศักดิ์ สุวรรณฉาย เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาวปิยะนารถ ประดับมุข เบอร์โทรศัพท์ ๐๖๔-๙๙๐๕๖๔๑ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓
โทรสาร ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

GRAD VRU

ที่ ศธ ๐๕๕๑.๑๒/๑๐๕

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ. ประตูน้ำพระอินทร์
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๑๗ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นายภาณุพงศ์ พละวงษ์

ด้วยนางสาวปิยะนารถ ประดับมุข รหัสนักศึกษา ๕๙B๕๔๖๘๐๒๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๑" โดยมี อาจารย์ ดร.ศักดิ์ สุวรรณฉาย เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาวปิยะนารถ ประดับมุข เบอร์โทรศัพท์ ๐๖๔-๙๙๐๕๖๔๑ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓
โทรสาร ๐- ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

GRAD VRU

ที่ ศธ ๐๕๕๑.๑๒/๑๐๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ. ประตูน้ำพระอินทร์
จ.ปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๓๐ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นายรังสิมันต์ จันทร์เรือง

ด้วยนางสาวปิยะนารถ ประดับมุข รหัสนักศึกษา ๕๙B๕๔๖๘๐๒๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๑" โดยมี อาจารย์ ดร.ศักดิ์ สุวรรณฉาย เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้แก่นักศึกษา ทั้งนี้ได้มอบหมายให้ นางสาวปิยะนารถ ประดับมุข เบอร์โทรศัพท์ ๐๖๔-๙๙๐๕๖๔๑ เป็นผู้ประสานงานโดยตรง บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณล่วงหน้า มา ณ โอกาสนี้

GRAD VRU

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ธนิกษ์ ศิริโวหาร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทรศัพท์ ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๑, ๔๐๒, ๔๐๓
โทรสาร ๐-๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

# ภาคผนวก ข
# วิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

GRAD VRU

**การประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน**

ตารางที่ ข- 1 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บรรยากาศของเรา

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนร้อยรัดสัมพันธ์กัน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 2.การเขียนสาระสำคัญในแผนถูกต้อง | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.4 | เหมาะสมมาก |
| 3.จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 5. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | เหมาะสมมาก |
| 6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 7. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถปฏิบัติได้จริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริม | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

ตารางที่ ข- 1 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| การเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 9. กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 11. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 12. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 13. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ความคิดมากกว่าการทำตามที่ครูกำหนด | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

ตารางที่ ข-2 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิของอากาศ

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนร้อยรัดสัมพันธ์กัน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 2. การเขียนสาระสำคัญในแผนถูกต้อง | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.4 | เหมาะสมมาก |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 5. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | เหมาะสมมาก |
| 6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 7. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถปฏิบัติได้จริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการการเรียนรู้มโนทัศน์ทาง | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 9. กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 11. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 12. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 13. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ ความคิดมากกว่าการทำตามที่ครูกำหนด | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

ตารางที่ ข- 3 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความกดอากาศและลม

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนร้อยรัดสัมพันธ์กัน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 2. การเขียนสาระสำคัญในแผนถูกต้อง | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.4 | เหมาะสมมาก |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 5. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | เหมาะสมมาก |
| 6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 7. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถปฏิบัติได้จริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 9. กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 11. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

ตารางที่ ข- 3 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 12. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 13. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ความคิดมากกว่าการทำตามที่ครูกำหนด | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

ตารางที่ ข- 4 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความชื้น

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนร้อยรัดสัมพันธ์กัน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 2. การเขียนสาระสำคัญในแผนถูกต้อง | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.4 | เหมาะสมมาก |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 5. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | เหมาะสมมาก |
| 6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 7. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถปฏิบัติได้จริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 9. กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 11. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

ตารางที่ ข- 4 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 12. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 13. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ความคิดมากกว่าการทำตามที่ครูกำหนด | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

ตารางที่ ข- 5 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เมฆและฝน

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนร้อยรัดสัมพันธ์กัน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 2. การเขียนสาระสำคัญในแผนถูกต้อง | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.4 | เหมาะสมมาก |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 5. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | เหมาะสมมาก |
| 6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 7. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถปฏิบัติได้จริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 9. กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 11. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

ตารางที่ ข- 5 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 12. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 13. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ความคิดมากกว่าการทำตามที่ครูกำหนด | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

ตารางที่ ข- 6 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การพยากรณ์อากาศ

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนร้อยรัดสัมพันธ์กัน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 2. การเขียนสาระสำคัญในแผนถูกต้อง | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.4 | เหมาะสมมาก |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 5. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | เหมาะสมมาก |
| 6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 7. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถปฏิบัติได้จริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 9. กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.6 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 11. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

ตารางที่ ข- 6 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | เฉลี่ย | ความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 12. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 13. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ความคิดมากกว่าการทำตามที่ครูกำหนด | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |
| 14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | เหมาะสมมาก |

GRAD VRU

**การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดระดับผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว**

ตารางที่ ข- 7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดระดับผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว

| ข้อที่ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | R | IOC ($\sum R/N$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0.60 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |

GRAD VRU

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

**การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว**

ตารางที่ ข- 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว

| ข้อที่ | ค่า P | ค่า r |
|---|---|---|
| 1 | 0.58 | 0.50 |
| 2 | 0.56 | 0.56 |
| 3 | 0.56 | 0.44 |
| 4 | 0.61 | 0.22 |
| 5 | 0.53 | 0.28 |
| 6 | 0.58 | 0.39 |
| 7 | 0.54 | 0.58 |
| 8 | 0.64 | 0.50 |
| 9 | 0.58 | 0.50 |
| 10 | 0.63 | 0.58 |
| 11 | 0.67 | 0.67 |
| 12 | 0.58 | 0.83 |
| 13 | 0.54 | 0.58 |
| 14 | 0.75 | 0.50 |
| 15 | 0.69 | 0.39 |
| 16 | 0.61 | 0.33 |
| 17 | 0.50 | 0.22 |
| 18 | 0.58 | 0.50 |
| 19 | 0.42 | 0.33 |
| 20 | 0.67 | 0.44 |
| 21 | 0.58 | 0.28 |
| 22 | 0.58 | 0.39 |
| 23 | 0.50 | 0.33 |
| 24 | 0.42 | 0.67 |
| 25 | 0.54 | 0.42 |

GRAD VRU

| ข้อที่ | ค่า P | ค่า r |
|---|---|---|
| 26 | 0.46 | 0.25 |
| 27 | 0.38 | 0.25 |
| 28 | 0.54 | 0.58 |
| 29 | 0.56 | 0.44 |
| 30 | 0.38 | 0.42 |

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient)

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

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

เมื่อ $n = 14$

$\sum x = 773$

$(\sum x)^2 = 597529$

$\sum x^2 = 46409$

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

$= \frac{14(46409) - 597529}{14(14 - 1)}$

$= \frac{\mathbf{52197}}{\mathbf{182}}$

$= 286.79$

เมื่อ $n = 30$

$\sum S_i^2 = 22.10$

จากสูตร

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

แทนค่า

$$= \frac{30}{30-1}\left[1 - \frac{22.10}{286.79}\right]$$

= 1.03 x 0.92

= 0.94

**การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ตารางที่ ข- 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

| ข้อที่ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | R | IOC ($\sum R/N$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

**การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว**

ตารางที่ ข- 10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว

| ข้อที่ | ค่า P | ค่า r |
|---|---|---|
| 1 | 0.36 | 0.39 |
| 2 | 0.36 | 0.28 |
| 3 | 0.52 | 0.29 |
| 4 | 0.50 | 0.56 |
| 5 | 0.47 | 0.39 |

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient)

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

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

เมื่อ $n = 14$

$\sum x = 288$

$(\sum x)^2 = 82944$

$\sum x^2 = 6076$

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

$= \frac{14(6076) - 82944}{14(14 - 1)}$

$= \frac{2120}{182}$

$= 11.65$

เมื่อ $n = 5$

$\sum S^2_i = 4.99$

จากสูตร

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

แทนค่า

$$= \frac{5}{5-1}\left[1 - \frac{4.99}{11.65}\right]$$

$= 1.25 \times 0.57$

$= 0.71$

GRAD VRU

ตารางที่ ข-11 คะแนนผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (คะแนนเต็ม 90 คะแนน)

| คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|---|---|---|
| 1 | 13 | 50 |
| 2 | 11 | 58 |
| 3 | 3 | 60 |
| 4 | 7 | 70 |
| 5 | 4 | 75 |
| 6 | 0 | 52 |
| 7 | 11 | 78 |
| 8 | 5 | 75 |
| 9 | 2 | 60 |
| 10 | 12 | 78 |
| 11 | 20 | 80 |
| 12 | 5 | 75 |
| 13 | 15 | 78 |
| 14 | 8 | 70 |
| 15 | 2 | 78 |
| 16 | 14 | 72 |
| 17 | 19 | 70 |
| 18 | 15 | 65 |
| 19 | 0 | 50 |

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่า เท่ากับ 8.74 คะแนน
ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่า เท่ากับ 68.11 คะแนน

GRAD VRU

ตารางที่ ข- 12 คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

| คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|---|---|---|
| 1 | 6 | 23 |
| 2 | 9 | 21 |
| 3 | 5 | 22 |
| 4 | 4 | 21 |
| 5 | 7 | 24 |
| 6 | 7 | 25 |
| 7 | 5 | 23 |
| 8 | 4 | 22 |
| 9 | 5 | 18 |
| 10 | 7 | 25 |
| 11 | 6 | 24 |
| 12 | 4 | 22 |
| 13 | 3 | 18 |
| 14 | 5 | 23 |
| 15 | 8 | 24 |
| 16 | 7 | 22 |
| 17 | 6 | 25 |
| 18 | 4 | 21 |
| 19 | 5 | 21 |

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่า เท่ากับ 5.63 คะแนน
ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่า เท่ากับ 22.32 คะแนน

GRAD VRU

# ภาคผนวก ค
# เครื่องมือในการวิจัย

GRAD VRU

**แผนการจัดการเรียนรู้**

| | |
|---|---|
| **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** | **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1** |
| **หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ** | |
| **บทที่ 1 เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว** | **เวลาเรียน 18 ชั่วโมง** |
| **แผนที่ 1 เรื่อง บรรยากาศของเรา** | **เวลาเรียน 3 ชั่วโมง** |
| **ผู้สอน นางสาวปิยะนารถ ประดับมุข** | |

**สาระสำคัญ**

โลกมีบรรยากาศห่อหุ้มนักวิทยาศาสตร์ใช้สมบัติและองค์ประกอบของบรรยากาศของโลกออกเป็นชั้น ซึ่งแบ่งได้หลายรูปแบบตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปนักวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง แบ่งบรรยากาศได้เป็น 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นโทรโพสเฟียร์ ชั้นสตราโตสเฟียร์ ชั้นมีโซสเฟียร์ ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และเอกโซสเฟียร์

**มาตรฐานการเรียนรู้**

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติ กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

**ตัวชี้วัดชั้นปี**

ว 3.2 ม.1/1 1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. นักเรียนสามารถอธิบายประโยชน์ของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นได้ (K)
2. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศได้ (P)
3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

**สาระการเรียนรู้**

โลกมีบรรยากาศห่อหุ้มนักวิทยาศาสตร์ใช้สมบัติและองค์ประกอบของบรรยากาศของโลกออกเป็นชั้น ซึ่งแบ่งได้หลายรูปแบบตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปนักวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง แบ่งบรรยากาศได้เป็น ๕ ชั้น ได้แก่ ชั้นโทรโพสเฟียร ชั้นสตราโตสเฟียร์ ชั้นมีโซสเฟียร์ ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และเอกโซสเฟียร์

บรรยากาศแต่ละชั้นมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต แตกต่างกัน โดยชั้นโทรโพสเฟียร์มีปรากฏการณ์ ลมฟ้าอากาศที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ชั้นสตราโตสเฟียร์ช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลต จากดวงอาทิตย์ไม่ให้มายังโลกมากเกินไป ชั้นมีโซสเฟียร์ช่วยชะลอวัตถุนอกโลกที่ผ่านเข้ามา ให้เกิดการเผาไหม้กลายเป็นวัตถุขนาดเล็ก ลดโอกาสที่จะทำความเสียหายแก่สิ่งมีชีวิตบนโลก ชั้นเทอร์โมส

เฟียร์สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุ และชั้นเอกโซสเฟียร์เหมาะสำหรับการโคจรของดาวเทียมรอบโลกในระดับต่ำ

**กิจกรรมการเรียนรู้**

**ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 30 ข้อ เวลา 50 นาที**

**ขั้นนำ (ใช้เวลา 10 นาที )**

(1) ครูนำภาพท้องฟ้าในสภาวะต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนว่า เพราะเหตุใดท้องฟ้าในภาพจึงมีลักษณะแตกต่างกัน

(2) ครูใช้คำถามต่อไปว่า มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ในบรรยากาศของโลกที่มีลักษณะอย่างไร

(3) ครูตั้งคำถามต่อไปอีกว่า ในปัจจุบันเหตุการณ์ใดบ้างที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนองค์ประกอบของแก๊สในบรรยากาศและส่งผลอย่างไร

**ขั้นการเรียนรู้ (ใช้เวลา 60 นาที)**

(1) นักเรียนแบ่งกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม *เพื่อศึกษาเกี่ยวกับอากาศรอบตัวเราและศึกษาองค์ประกอบของอากาศ* แต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ดังนี้

- นำอิฐมอญที่สะอาด 1 ก้อนใส่ลงในถังใส่น้ำ สังเกตฟองแก๊สที่ปุดออกมา บันทึกข้อมูล
- คว่ำแก้วเปล่า 1 ใบ ลงในอ่างน้ำ โดยคว่ำแก้วลงตรง ๆ สังเกตและบันทึกผล
- จุดเทียนไขไว้ในอ่างใส่น้ำ นำแก้วเปล่าครอบลงไปบนเทียนไขที่ติดไฟอยู่ รอจนเทียนไขดับ สังเกตปริมาณน้ำในแก้วและระดับน้ำในอ่าง

(2) บันทึกผลการทดลองในแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาเกี่ยวกับอากาศรอบตัวเราและศึกษาองค์ประกอบของอากาศ

(3) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- เพราะเหตุใด นักเรียนจึงเห็นฟองปุดออกมาจากก้อนอิฐมอญ
- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ระดับน้ำในแก้วที่ครอบเทียนไขจึงสูงขึ้น

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า ฟองที่ปุดขึ้นจากก้อนอิฐคือ อากาศ ที่แทรกอยู่ในช่องว่างของก้อนอิฐ และที่ระดับน้ำในแก้วที่จุดเทียนสูงขึ้น เกิดจากเทียนไขนำแก๊สออกซิเจนในอากาศไปช่วยในการติดไฟ ส่งผลให้เกิดแรงดันอากาศภายนอกที่มีมากกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ในแก้วทำให้ระดับน้ำในแก้วสูงขึ้น

(4) นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนและตอบคำถามเกี่ยวกับ การเกิดบรรยากาศของโลกตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงปัจจุบัน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับการเกิดบรรยากาศของโลก **เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า** เมื่อโลกเกิดขึ้นในช่วงแรกไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม บรรยากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยมีเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง บรรยากาศของโลกในปัจจุบันเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

(5) ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า บรรยากาศที่หุ้มห่อโลกของเรามีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลก เพราะอากาศช่วยให้สิ่งมีชีวิตมีชีวิตอยู่ได้ อากาศจำเป็นต่อการหายใจของสิ่งมีชีวิต ถ้าขาดอากาศพืช สัตว์ หรือแม้แต่มนุษย์ก็ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้

**1) ขั้นการสร้างแบบจำลอง (Model formation) (ใช้เวลา 30 นาที)**

(1) นักเรียนศึกษาความรู้และตอบคำถามในบทเรียน เกี่ยวกับการเกิดบรรยากาศของโลก (2) นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง บรรยากาศของโลกเป็นอย่างไร ในหนังสือเรียน (หน้า 105) โดยการวิเคราะห์และอธิบายลักษณะของชั้นบรรยากาศ บันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 6.1 บรรยากาศของโลกเป็นอย่างไร

(3) ครูตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง บรรยากาศของเรา โดยการตั้งคำถาม ว่า บรรยากาศมีเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(4) นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเรื่อง บรรยากาศของเรา ของตนเองโดยการวาดแผนภาพซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ชั้นบรรยากาศต่าง ๆ ตามความสูงจากผิวโลก และอธิบายแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้เวลาประมาณ 15 นาที

**2) ขั้นการใช้และประเมินแบบจำลอง (Use and evaluation) (ใช้เวลา 20 นาที)**

(1) ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากวิดีโอชั้นบรรยากาศของโลก

(2) ครูให้นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้าง (ขั้นที่ 1) มาเปรียบเทียบกับข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ครูตั้งคำถาม แบบจำลอง (ภาพที่วาด) มีส่วนใดถูกต้องและยังขาดส่วนสำคัญใด

(3) นักเรียนอธิบายข้อจำกัดของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นในขั้นที่ 1 และหาแนวทางในการปรับปรุงแบบจำลอง

(4) ครูตรวจสอบความถูกต้องขององค์ประกอบสำคัญของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกโดยพิจารณาจากการสร้างแบบจำลองบรรยากาศของเรา

(5) ให้นักเรียนสรุปความรู้สำคัญเรื่องบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก

**3) ขั้นการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision) (ใช้เวลา 30 นาที)**

(1) นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น และปรับปรุงแบบจำลองให้ถูกต้องมากขึ้น

(2) นักเรียนนำเสนอแบบจำลองที่ตนเองขึ้นพร้อมให้เหตุผลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง เรื่อง บรรยากาศของเรา

(3) นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ และเปรียบเทียบแบบจำลองของเพื่อนที่สร้างขึ้นและรวมแบบจำลองของกลุ่มเพื่อสร้างแบบจำลองมติกลุ่มเรื่อง บรรยากาศของเรา

**4) ขั้นการขยายแบบจำลอง (Model elaborating) (ใช้เวลา 30 นาที)**

(1) นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปอธิบายการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศในสถานการณ์อื่น เช่น การลดจำนวนโอโซนในชั้นสตราโตรเฟียร์ ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

(2) นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย สถานการณ์การลดจำนวนโอโซนในชั้นสตราโตรเฟียร์ ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร แนะนำเสนอแบบจำลอง

**สื่อการเรียนรู้**

- หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2
- วิดีโอ ชั้นบรรยากาศของโลก

- ภาพท้องฟ้าในสภาวะต่าง ๆ
- แบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาเกี่ยวกับอากาศรอบตัวเราและศึกษาองค์ประกอบของอากาศ
- แบบบันทึกกิจกรรมที่ 6.1 บรรยากาศของโลกเป็นอย่างไร
- กิจกรรม แบบจำลองชั้นบรรยากาศของนักเรียนเป็นอย่างไร

**การวัดและประเมินผลการเรียนรู้**

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการ | เครื่องมือ | แหล่งข้อมูล | เกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| ***ด้านความรู้***<br>1. นักเรียนสามารถอธิบายประโยชน์ของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นได้ (K) | - ตอบคำถามระหว่างทำกิจกรรม<br>- ตรวจชิ้นงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน | - คำถามระหว่างทำกิจกรรม<br>- ชิ้นงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน | - ตัวนักเรียน | ถูกต้องร้อยละ 70 |
| ***ด้านทักษะกระบวนการ***<br>1. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศได้ (P) | -การตรวจแบบจำลอง | แบบประเมินแบบจำลอง | -ตัวนักเรียน | -นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป |
| ***ด้านเจตคติ***<br>1. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A) | -การสังเกต | -แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน | -ตัวนักเรียน | ระดับคุณภาพระดับดีขึ้นไป |

**บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**

.....

.....

.....

**ลงชื่อ.....ผู้สอน**

(นางสาวปิยะนารถ ประดับมุข)

GRAD VRU

**แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน**

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่......................เรื่อง..........................................................................................**

| ที่ | พฤติกรรม / ชื่อ-สกุล | ความร่วมมือ | | | | การรับฟังความคิดเห็น | | | | *การตั้งใจทำงาน* | | | | มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | | | | ตรงต่อเวลา | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GRAD VRU

**เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียน**

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 4 (ดีมาก) | 3 (ดี) | 2 (พอใช้) | 1 (ปรับปรุง) |
| 1. ความร่วมมือ | ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มอย่างดีเยี่ยม | ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มอย่างดี | ให้ความร่วมมือในการทำงานพอใช้ | ไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม |
| 2. การรับฟังความคิดเห็น | ร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นอย่างดี | ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น | ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นบางครั้ง | ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น |
| 3. การตั้งใจทำงาน | มีความตั้งใจในการทำงานอย่างดีเยี่ยม | มีความตั้งใจในการทำงานอย่างดี | มีความตั้งใจในการทำงานพอใช้ | ไม่มีความตั้งใจในการทำงาน ขาดความรับผิดชอบ |
| 4. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ | มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์บ้าง | ขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ |
| 5. ตรงต่อเวลา | ทำงานเสร็จทันเวลาที่กำหนด | ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที | ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนดไม่เกิน 10 นาที | ทำงานไม่เสร็จ |

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| **ช่วงคะแนน** | | **ระดับคุณภาพ** |
|---|---|---|
| 16-20 | = | 4 (ดีมาก) |
| 11-15 | = | 3 (ดี) |
| 6-10 | = | 2 (พอใช้) |
| 0 - 5 | = | 1 (ควรปรับปรุง) |

* เกณฑ์ผ่านการประเมินต้องได้ 2 (พอใช้) ขึ้นไป

GRAD VRU

**แบบประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์**

**วันที่ประเมิน.....เรื่องที่สอน.....ชั้น.....**

| ที่ | รายการประเมิน / ชื่อ สกุล | ความถูกต้องของมโนทัศน์ | | | อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้ | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

GRAD VRU

**เกณฑ์การประเมินการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์**

| รายการประเมิน | ระดับคะแนน | | | คะแนน |
|---|---|---|---|---|
| | ดีมาก (3) | ดี (2) | พอใช้ (1) | |
| **1. ความถูกต้องของมโนทัศน์** | เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบถ้วน | เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน | เขียนแบบจำลองบนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่มีในปรากฏการณ์รวมทั้งระบุตัวแปรที่ศึกษา/สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน | |
| **2. อธิบายสถานการณ์ที่ศึกษาได้** | เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนและชัดเจน | เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนแต่ไม่ชัดเจน | เขียนแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดเงื่อนไข หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาไม่ครบถ้วนและไม่ชัดเจน | |
| **คะแนนรวม** | | | | |

อ้างอิงจาก อารยา ควัฒน์กุล

GRAD VRU

# ภาพท้องฟ้าในสภาวะต่าง ๆ

**แบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม**

**ศึกษาเกี่ยวกับอากาศรอบตัวเราและศึกษาองค์ประกอบของอากาศ**

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

**ผลการทำกิจกรรม (ตอนที่ 1)**

| กิจกรรม | ผลการสังเกต |
|---|---|
| 1. นำอิฐมอญที่สะอาด 1 ก้อนใส่ลงในถังใส่น้ำ | |
| 2. คว่ำแก้ว ลงในอ่างน้ำ โดยคว่ำแก้วลงตรง ๆ | |

**ผลการทำกิจกรรม (ตอนที่ 2)**

| การทดลอง | ผลการทดลอง | |
|---|---|---|
| | ลักษณะของเทียน | ลักษณะของน้ำ |
| 1. ก่อนครอบแก้ว | | |
| 2. หลังครอบแก้ว | | |

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

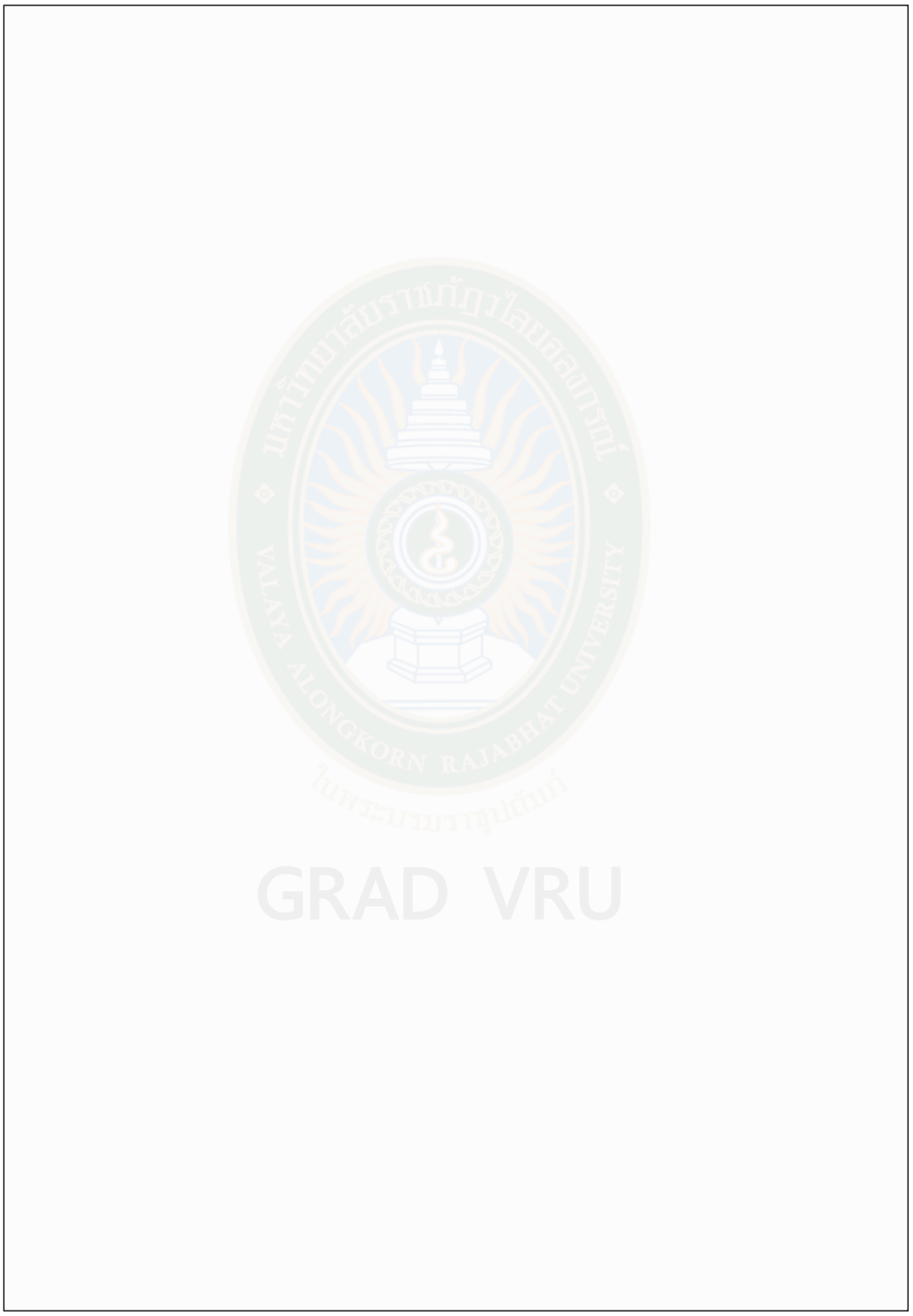
.....

.....

GRAD VRU

**แบบบันทึกกิจกรรมที่ 6.1 บรรยากาศของโลกเป็นอย่างไร**

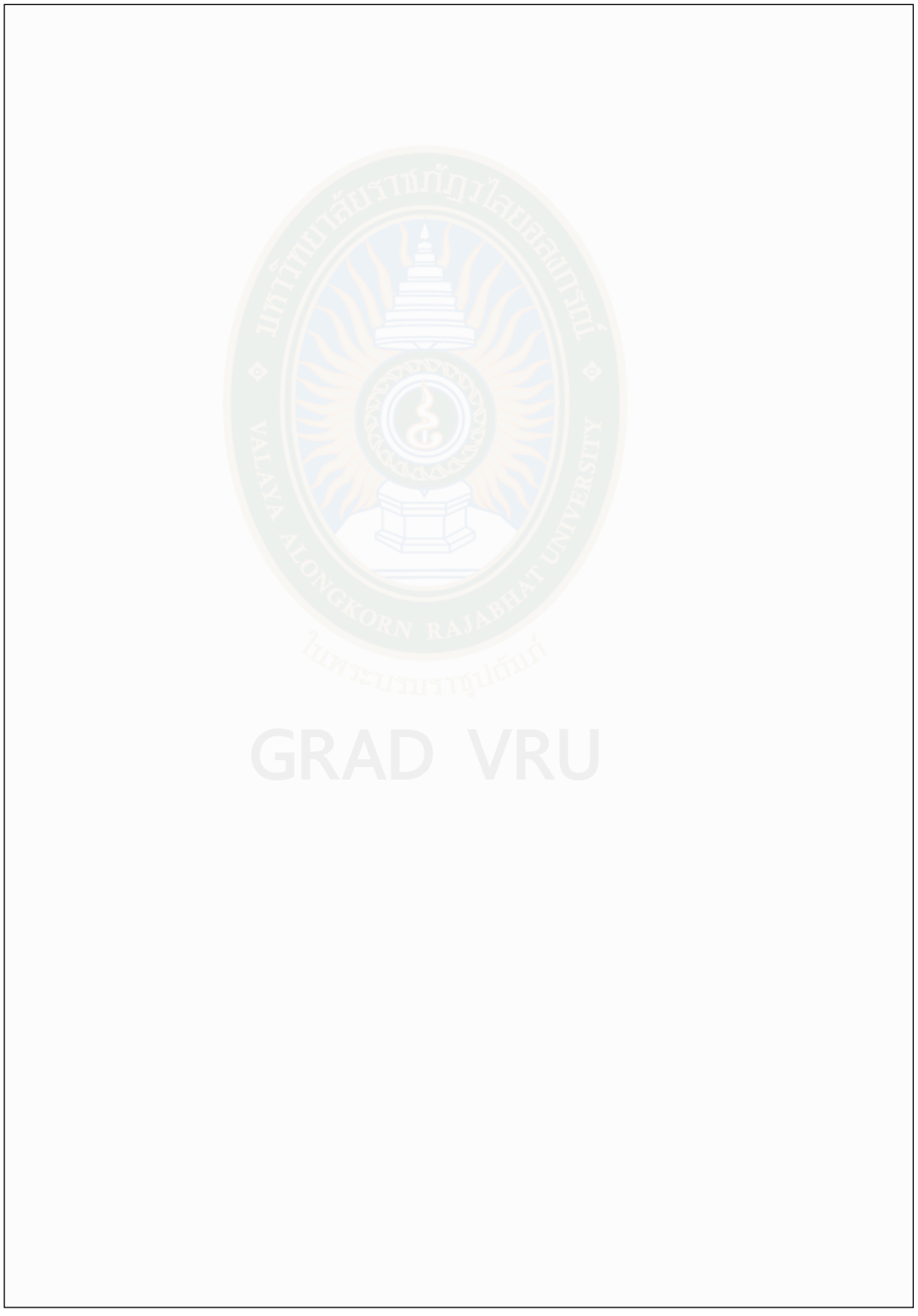
สร้างแบบจำลองชั้นบรรยากาศของโลก โดยแบ่งบรรยากาศเป็นชั้นตามเกณฑ์ของตนเอง



GRAD VRU

**กิจกรรม แบบจำลองชั้นบรรยากาศของนักเรียนเป็นอย่างไร**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองชั้นบรรยากาศของโลกซึ่งแสดงสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น



GRAD VRU

# แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว
## กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบชนิดปรนัยแบบ 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นส่วนของคำถามการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ
2. เกณฑ์การให้คะแนน
   1) ถ้าตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญ ให้ 3 คะแนน
   2) ถ้าตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ ให้ 2 คะแนน
   3) ถ้าตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
   4) ถ้าคำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน
3. ให้นักเรียนกากบาท (X) คำตอบที่ถูกเพียง 1 ตัวเลือกพร้อมกับเขียนเหตุผลลงในกระดาษคำตอบ

---

1. เหตุใดจึงเกิดเมฆ ฝน พายุคะนองในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์
   ก. ความหนาแน่นของอากาศสูงที่สุด และพบไอน้ำมาก
   ข. มีอุณหภูมิเพิ่มตามความสูงจากผิวโลก
   ค. มีสัดส่วนของแก๊สในอากาศคงที่
   ง. พบอนุภาคอากาศ 1 อนุภาคในระยะ 10 กิโลเมตร

เหตุผลประกอบ

.....

.....

2. บรรยากาศชั้นใดที่มีโอโซนอยู่มาก
   ก. มีโซสเฟียร์
   ข. เอกโซสเฟียร์
   ค. สตราโทสเฟียร์
   ง. เทอร์โมสเฟียร์

เหตุผลประกอบ

.....

.....

3. บรรยากาศชั้นใดที่อุณหภูมิลดลงตามความสูงจากพื้นโลก
   ก. โทรโพสเฟียร์ และ สตราโตสเฟียร์
   ข. มีโซสเฟียร์ และ เทอร์โมสเฟียร์
   ค. โทรโพสเฟียร์ และ มีโซสเฟียร์
   ง. สตราโตสเฟียร์ และเทอร์โมสเฟียร์

GRAD VRU

เหตุผลประกอบ

.....

.....

4. อุณหภูมิบรรยากาศชั้นใดต่ำที่สุด และมีค่าประมาณเท่าใด

ก. ชั้นโทรโพสเฟียร์ –80 °C

ข. ชั้นโทรโพสเฟียร์ -60 °C

ค. ชั้นมีโซเฟียร์ –80 °C

ง. ชั้นมีโซเฟียร์ –60 °C

เหตุผลประกอบ

.....

.....

5. ข้อใดจับคู่ระหว่างชั้นบรรยากาศกับความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต**<u>ไม่ถูกต้อง</u>**

ก. ชั้นโทรโพสเฟียร์ เป็นชั้นที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิต ความเป็นอยู่

ข. ชั้นสตราโตสเฟียร์ เป็นชั้นที่ป้องกันอันตรายให้กับสิ่งมีชีวิตจากก้อนอุกาบาต

ค. ชั้นสตราโตสเฟียร์ เป็นชั้นที่ป้องกันอันตรายให้กับสิ่งมีชีวิตจากรังสียูวี

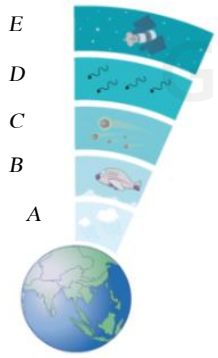
ง. ชั้นมีโซนเฟียร์ เป็นชั้นที่ป้องกันสิ่งมีชีวิตจากวัตถุนอกโลก

เหตุผลประกอบ

.....

.....

6.




จากรูป นักบินมักจะทำการบินอยู่ในบรรยากาศชั้นใด

ก. D ข. C

ค. B ง. A

เหตุผลประกอบ

.....

.....

7. รังสีจากดวงอาทิตย์แผ่มาถึงภาชนะแต่ละใบที่วางห่างกัน 1 กิโลเมตร เท่ากันหรือไม่ หากวางในที่โล่งแจ้งเหมือนกัน

ก. เท่ากัน เพราะเป็นดวงอาทิตย์ดวงเดียวกัน

ข. เท่ากัน เพราะมีแสงแดดส่องเท่ากัน

ค. ไม่เท่ากัน เพราะระยะห่างจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน

ง. ไม่เท่ากัน เพราะภาชนะมีความสามารถในการดูดแสงได้ต่างกัน

เหตุผลประกอบ

.....

.....

8. ปริมาณไอน้ำในอากาศมีสัดส่วนไม่คงที่เป็นผลมาจากปัจจัยในข้อใด

ก. ชนิดของแหล่งน้ำ

ข. อุณหภูมิอากาศเหนือผิวดิน

ค. ชนิดของดินที่อุ้มน้ำ

ง. ลักษณะภูมิประเทศ

เหตุผลประกอบ

.....

.....

9. ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับอุณหภูมิของอากาศ

ก. อุณหภูมิพื้นน้ำจะสูงกว่าอุณหภูมิพื้นดิน

ข. กลางวันและกลางคืนมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน

ค. อุณหภูมิบนพื้นดินจะเปลี่ยนแปลงได้ช้ากว่าอุณหภูมิใต้ผิวดิน

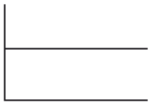
ง. ระดับความสูงจากผิวโลกต่างกันอุณหภูมิของอากาศต่างกัน

เหตุผลประกอบ

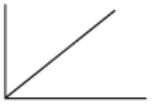
.....

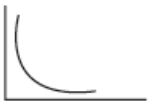
.....

10. กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับอุณหภูมิของอากาศ ถ้ากำหนดให้แกนตั้งเป็นอุณหภูมิของอากาศและแกนนอนเป็นความสูง คือ กราฟใด

ก. 

ข.

ค. 

ง. 

GRAD VRU

เหตุผลประกอบ

.....

.....

11. จากรายงานอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาได้ข้อมูลดังนี้

| จังหวัด | อุณหภูมิสูงสุด ($^{o}C$) | อุณหภูมิต่ำสุด($^{o}C$) |
|---|---|---|
| เชียงใหม่ | 28 | 18 |
| เลย | 29 | 15 |
| กรุงเทพ | 30 | 23 |
| จันทบุรี | 33 | 22 |
| สงขลา | 31 | 25 |

เหตุใดกรุงเทพฯ จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าเชียงใหม่

ก. กรุงเทพฯมีพื้นที่น้อยกว่าเชียงใหม่

ข. กรุงเทพฯใกล้ทะเลมากกว่าเชียงใหม่

ค. กรุงเทพฯอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรมากกว่าเชียงใหม่

ง. กรุงเทพฯมีพื้นที่มีเขียวน้อยกว่าเชียงใหม่

เหตุผลประกอบ

.....

.....

12. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความกดอากาศ

ก. มวลของอากาศที่สามารถดันปรอทได้สูง 760 มิลลิเมตร

ข. ปริมาตรของอากาศที่สามารถดันน้ำได้สูง 760 มิลลิเมตร

ค. มวลของอากาศที่กระจายอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง

ง. แรงที่อากาศกดในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง

เหตุผลประกอบ

.....

.....

13. พื้นที่แห่งหนึ่งประกอบด้วยภูเขาสูง เหวลึก ที่ราบลุ่ม และทะเล ณ จุดใดของพื้นที่แห่งนี้ที่มีความหนาแน่นของอากาศน้อยที่สุด

ก. เหวลึก ข. ที่ราบลุ่ม

ค. ระดับน้ำทะเล ง. ภูเขาสูง

เหตุผลประกอบ

.....

.....

14. ความดันอากาศบนยอดดอยอินทนนท์มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า 760 mmHg เพราะเหตุใด

ก. มากกว่า เพราะยอดดอยอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล

ข. น้อยกว่า เพราะยอดดอยอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล

ค. มากกว่า เพราะยอดดอยมีความดันอากาศสูง

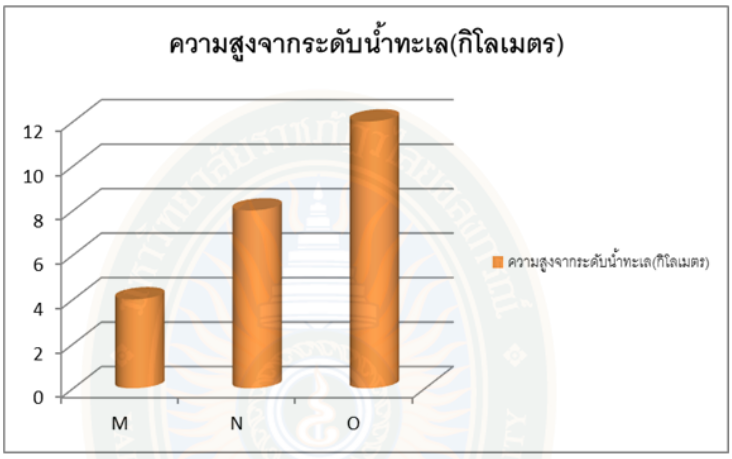
ง. น้อยกว่า เพราะยอดดอยมีอุณหภูมิต่ำ

เหตุผลประกอบ

.....

.....

15.




จากแผนภูมิข้อใดจัดลำดับความกดอากาศในตำบลต่าง ๆ *ไม่ถูกต้อง*

ก. M < N < O ข. N > O < M ค. O < N < M ง. O < M > N

เหตุผลประกอบ

.....

.....

16. การเคลื่อนที่ของลมเป็นไปในลักษณะใด

ก. จากหย่อมความกดอากาศสูงไปสู่หย่อมความกดอากาศต่ำ

ข. จากหย่อมความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณความกดอากาศสูง

ค. จากบริเวณความกดอากาศต่ำไปสู่หย่อมความกดอากาศต่ำ

ง. จากบริเวณความกดอากาศต่ำไปสู่หย่อมความกดอากาศสูง

เหตุผลประกอบ

.....

.....

17. ข้อความใดกล่าวผิด

ก. ความกดอากาศ 2 บริเวณต่างกันมาก ลมจะเคลื่อนที่ได้ช้า

ข. ระยะห่างของพื้นที่ห่างกันมาก ลมจะเคลื่อนที่เร็ว

ค. ความอากาศ 2 บริเวณต่างกันน้อย ลมจะเคลื่อนที่ได้ช้า

ง. ระยะห่างของพื้นที่ห่างกันน้อย ลมจะเคลื่อนที่เร็ว

เหตุผลประกอบ

.....

.....

18.

จากภาพ หากมีโรงแรมตึกสูงมากีดขวางบริเวณหน้าชายหาด ลมจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. ลมเคลื่อนที่ในทิศทางเดิม

ข. ลมเคลื่อนที่อัตราเร็วเท่าเดิม

ค. ลมเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อน

ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

เหตุผลประกอบ

.....

.....

19. เหตุใดผ้าที่ตากไว้บางวันจึงแห้งช้ากว่าปกติ

ก. ผ้าแห้งช้าเพราะความชื้นสัมพัทธ์สูง

ข. ผ้าแห้งช้าเพราะความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

ค. ผ้าแห้งเร็วเพราะความชื้นสัมพัทธ์สูง

ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูก

เหตุผลประกอบ

.....

.....

20. เมื่ออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปริมาณไอน้ำที่มีจริงในอากาศวัดได้ 20 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณไอน้ำในอากาศที่มีได้อย่างเต็มที่ วัดได้ 25 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าเท่าใด

ก. 60 %　　ข. 70 %

ค. 80 %　　ง. 100 %

เหตุผลประกอบ

.....

.....

GRAD VRU

21. ถ้าเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ก่อนฝนตกจะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกับข้อใด

ก. ในถ้ำ ข. ในป่า

ค. ทุ่งนา ง. บริเวณชายหาด

เหตุผลประกอบ

.....

.....

22. นักเรียน 4 คน ทำการทดลอง ณ สถานที่ต่างกัน โดยนำเทอร์มอมิเตอร์ 2 อัน อันแรกหุ้มด้วยสำลีชุบน้ำ อีกอันหนึ่งไม่หุ้ม นำเทอร์มอมิเตอร์ทั้งคู่ไปวางไว้ในสถานที่ต่างกัน 4 แห่ง หลังจากนั้น 3 นาที อ่านอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ทั้งสองได้ผลตามตาราง

| สถานที่ทดลอง | อุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์ไม่หุ้มสำลีชุบน้ำ (°C) | อุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์หุ้มสำลีชุบน้ำ (°C) |
|---|---|---|
| A | 26.0 | 25 |
| B | 26.0 | 24 |
| C | 28.0 | 26.5 |
| D | 28.0 | 26 |

จากข้อมูลแสดงว่าอากาศที่ใด มีปริมาณไอน้ำใกล้ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวมากที่สุด

ก. A ข. B ค. C ง. D

เหตุผลประกอบ

.....

.....

23. ในตอนเช้ามืดนักเรียนจะสังเกตเห็นหมอกเกิดขึ้นเหนือพื้นดิน ข้อใดอธิบายการเกิดหมอกได้ถูกต้อง

ก. มีฝุ่นละอองในอากาศมาก

ข. มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

ค. มีอากาศเย็นอยู่เหนืออากาศร้อน

ง. มีไอน้ำในอากาศสูงและอากาศเย็น

เหตุผลประกอบ

.....

.....

24. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

**A. อุณหภูมิอากาศส่งผลต่อการเกิดเมฆ**

**B. ปริมาณเมฆปกคลุมส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศ**

**C. ไอน้ำในอากาศที่รวมตัวกันอย่างหนาแน่นเกิดเป็นเมฆ**

ข้อความใดถูกต้อง

ก. A และB

ข. A และC

ค. B และ C

ง. A B และC

เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

25. เหตุใดเมฆจึงมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน

ก. ไอน้ำควบแน่นในระดับความสูงแตกต่างกัน

ข. ความเร็วลมในการพัดพา

ค. ระดับความสูงในการควบแน่น

ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

เหตุผลประกอบ

.....

.....

26. ข้อใดกล่าวถูกเกี่ยวกับการเกิดฝน

ก. เกิดจากละอองน้ำในเมฆมีขนาดใหญ่ขึ้น

ข. เกิดจากการควบแน่นละอองน้ำในอากาศ

ค. เกิดจากไอน้ำในอากาศมีปริมาณมากขึ้น

ง. เกิดจากอุณหภูมิอากาศที่ลดลง

เหตุผลประกอบ

.....

.....

27. นักเรียนสังเกตบนท้องฟ้าพบเมฆสีดำก่อตัวในแนวตั้งหนาทึบมียอดเป็นรูปทั่ง แสดงว่าลักษณะอากาศจะเป็นอย่างไร

ก. กำลังมีฝนตกปอยๆ

ข. กำลังมีพายุฝนฟ้าคะนอง

ค. มีหมอกลงจัดและกำลังมีหิมะตก

ง. จะเกิดปรากฏการณ์พระอาทิตย์ทรงกรด

เหตุผลประกอบ

.....

.....

28. ขั้นตอนสำคัญอันดับแรกของการพยากรณ์อากาศ คือข้อใด

ก. การสื่อสารข้อมูล

ข. การวิเคราะห์ข้อมูล

ค. การเขียนแผนที่อากาศ

ง. การตรวจสภาพอากาศ

เหตุผลประกอบ

.....

.....

29. **พยากรณ์อากาศประจำวัน ให้ข้อมูลดังนี้**

ลมตะวันตกเฉียงเหนือในระดับบนยังคงพัดผ่านเทือกเขาหิมาลัยเข้ามาปกคลุมภาคเหนือ และมีลมตะวันออกพัดนำความชื้นจากทะเลจีนใต้เข้ามาปกคลุมภาคใต้

ข้อมูลจากคำพยากรณ์ดังกล่าว ไม่ควรเกิดลักษณะอากาศแบบใด

ก. ภาคเหนืออุณหภูมิสูงขึ้น

ข. ภาคเหนือลมแรง

ค. ภาคใต้มีเมฆมาก

ง. ภาคใต้ทะเลมีคลื่นสูง

เหตุผลประกอบ

.....

.....

30. เมื่อชาวประมงกลุ่มหนึ่งทราบข่าวจากโทรทัศน์ว่าพายุจะพัดจากทิศตะวันออกสู่ทิศตะวันตกจึงนำเรือมาจอดที่ชายฝั่งของเกาะด้านทิศตะวันตก แต่แล้วก็ถูกพายุพัดกระหน่ำจนเรือจมไปหลายลำ อุบัติภัยครั้งนี้เกิดจากความเข้าใจผิดในเรื่องใด

ก. ความเร็วของลมพายุที่แท้จริง

ข. ขนาดของเกาะที่เรือเข้าไปจอด

ค. ทิศที่ลมพัดกับทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุ

ง. การเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่อย่างกะทันหันของพายุ

เหตุผลประกอบ

.....

.....

**แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน**
**เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้

   “กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการคมนาคมขนส่ง การทำโรงงานอุตสาหกรรม ล้วนปล่อยก๊าซพิษสู่ชั้นบรรยากาศ กระทั่งทำลายบางส่วนของชั้นบรรยากาศไป และเป็นสาเหตุหนึ่งของปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อน”

   1.1 จากเหตุการณ์ดังกล่าว ส่งผลต่อชั้นบรรยากาศใด

   .....

   .....

   1.2 กิจกรรมดังกล่าวส่งผลต่อชั้นบรรยากาศอย่างไรบ้าง

   .....

   .....

   1.3 ให้นักเรียนแสดงแผนภาพแสดงปรากฏการณ์ที่ส่งผลต่อชั้นบรรยากาศแต่ละชั้น

GRAD VRU

2. พิจารณาอุณหภูมิอากาศแต่ละจังหวัด ในเดือนธันวาคม ในตาราง

| *จังหวัด* | *อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (°C)* |
|---|---|
| *เชียงใหม่* | *20* |
| *แม่ฮ่องสอน* | *21* |
| *หนองคาย* | *22* |
| *สุรินทร์* | *25* |
| *ลพบุรี* | *28.1* |
| *สุพรรณบุรี* | *27.7* |
| *สงขลา* | *27.6* |
| *ภูเก็ต* | *26* |

2.1 จากตารางให้นักเรียนแสดงกราฟแสดงอุณหภูมิในแต่ละจังหวัด

GRAD VRU

2.2 จากกราฟนักเรียนคิดว่าเหตุใด เชียงใหม่กับลพบุรีถึงมีอุณหภูมิอากาศแตกต่างกัน

.....

.....

3.

**ภาพที่ 1 แหล่งน้ำ** **ภาพที่ 2 พื้นที่แห้งแล้ง**

3.1 ภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2 มีปริมาณไอน้ำเหนือพื้นผิวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3.2 บริเวณใดน่าจะมีเมฆมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

.....

.....

3.3 นักเรียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ความชื้นอากาศกับการเกิดเมฆของทั้ง 2 บริเวณ

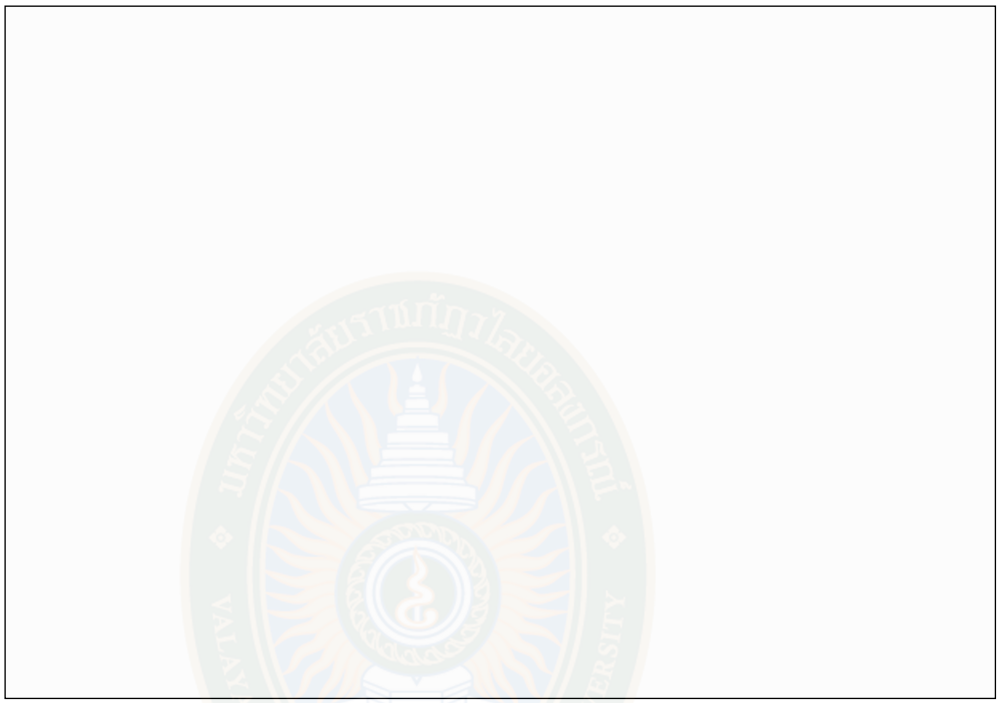
GRAD VRU

บริเวณที่ 1

บริเวณที่ 2

4. “เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ความดันและความหนาแน่นของอากาศมีค่าลดลง”

4.1 จากคำกล่าวข้างต้นให้นักเรียนแสดงแผนภาพแสดงสถานการณ์ดังกล่าว



4.2 หากเดินขึ้นภูเขาสูง ความดันอากาศจะส่งผลต่อร่างกายอย่างไร

.....

.....

5. พิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

5.1 หากพบท้องฟ้าลักษณะดังภาพทุกทิศทาง ปริมาณเมฆปกคลุมจะมีค่าประมาณเท่าใด

.....

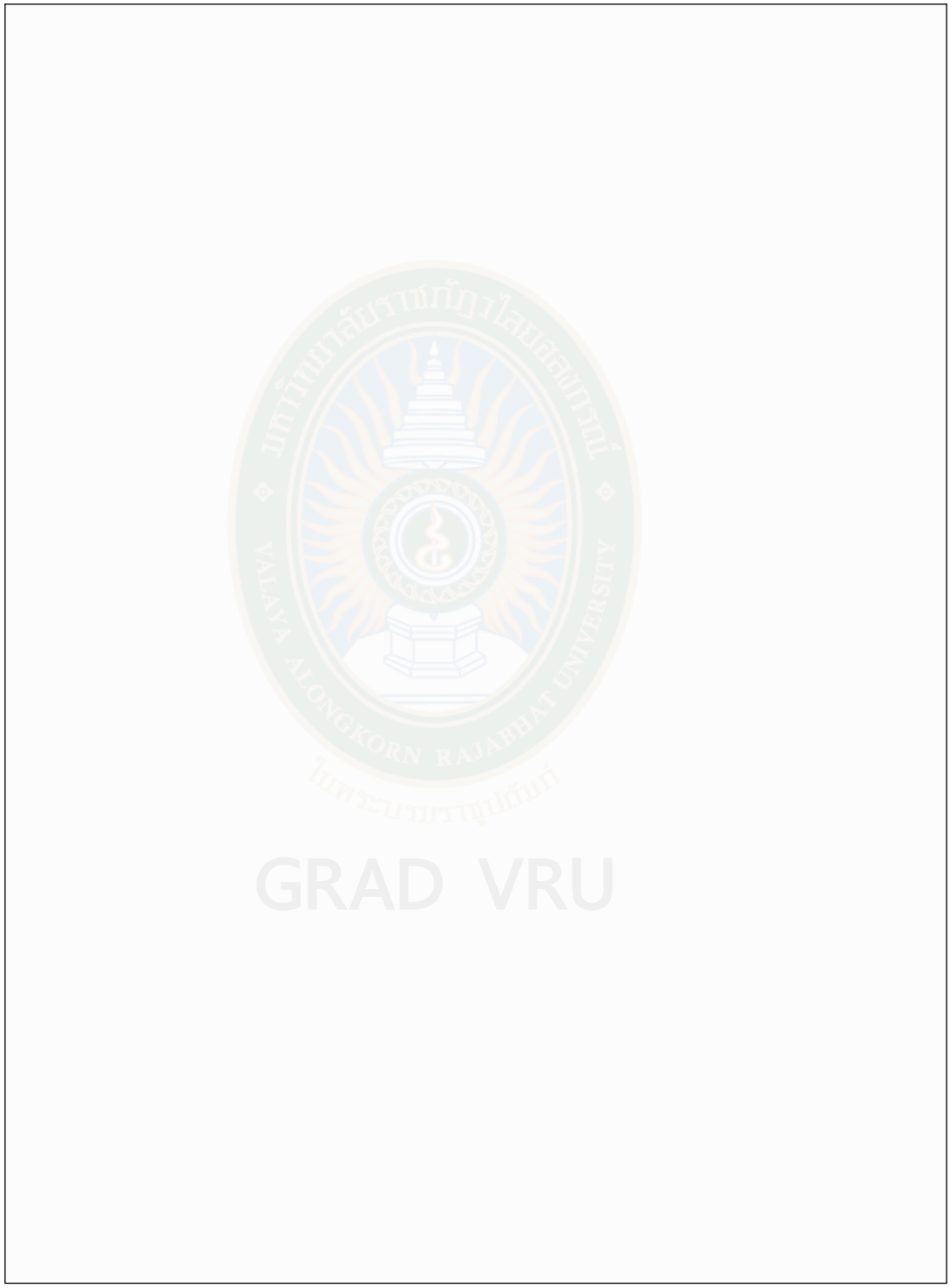
.....

5.2 มีสภาพลมฟ้าอากาศเป็นอย่างไร มีโอกาสเกิดฝนหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

5.3 ให้นักเรียนแสดงแผนผังขั้นตอนการพยากรณ์อากาศ หากต้องการพยากรณ์อากาศเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้น



GRAD VRU

# ภาคผนวก ง
# วิเคราะห์สถิติทางการวิจัย

GRAD VRU

ตารางที่ ง -1 การคำนวณหาค่า t – test ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้โปรแกรม SPSS for window

**Paired Samples Statistics**

| | | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| Pair 1 | หลังเรียน | 68.11 | 19 | 10.165 | 2.332 |
| | ก่อนเรียน | 8.74 | 19 | 6.270 | 1.438 |

**Paired Samples Correlations**

| | | N | Correlation | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Pair 1 | หลังเรียน & ก่อนเรียน | 19 | .362 | .128 |

**Paired Samples Test**

| | | Paired Differences | | | | | t | df | Sig. (2-tailed) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | | | |
| | | | | | Lower | Upper | | | |
| Pair 1 | หลังเรียน - ก่อนเรียน | 59.368 | 9.822 | 2.253 | 54.634 | 64.102 | 26.348 | 18 | .000 |

GRAD VRU

ตารางที่ ง -2 การคำนวณหาค่า t – test ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้โปรแกรม SPSS for window

**One-Sample Statistics**

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|---|---|---|---|
| หลังเรียน | 19 | 68.11 | 10.165 | 2.332 |

**One-Sample Test**

| | Test Value = 63 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | Lower | Upper |
| หลังเรียน | 2.189 | 18 | .042 | 5.105 | .21 | 10.00 |

GRAD VRU

ตารางที่ ง - 3 การคำนวณหาค่า t – test ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้โปรแกรม SPSS for window

**Paired Samples Statistics**

| | | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| Pair 1 | หลังเรียน | 22.32 | 19 | 2.056 | .472 |
| | ก่อนเรียน | 5.63 | 19 | 1.571 | .360 |

**Paired Samples Correlations**

| | | N | Correlation | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| Pair 1 | หลังเรียน & ก่อนเรียน | 19 | .520 | .023 |

**Paired Samples Test**

| | | Paired Differences | | | | | t | df | Sig. (2-tailed) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | | | |
| | | | | | Lower | Upper | | | |
| Pair 1 | หลังเรียน - ก่อนเรียน | 16.684 | 1.827 | .419 | 15.803 | 17.565 | 39.798 | 18 | .000 |

ตารางที่ ง - 4 การคำนวณหาค่า t – test ของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้โปรแกรม SPSS for window

**One-Sample Statistics**

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|---|---|---|---|
| หลังเรียน | 19 | 22.32 | 2.056 | .472 |

**One-Sample Test**

| | Test Value = 21 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | Lower | Upper |
| หลังเรียน | 2.789 | 18 | .012 | 1.316 | .32 | 2.31 |

GRAD VRU

# ประวัติผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| ชื่อ –นามสกุล | นางสาวปิยะนารถ ประดับมุข |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด | 5 มิถุนายน 2534 |
| สถานที่เกิด | อ่างทอง |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | บ้านเลขที่ 1/3 หมู่ 9 ตำบลยางซ้าย อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง 14120 |
| ประวัติการศึกษา | |
| พ.ศ. 2557 | ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา |
| ประวัติการทำงาน | |
| พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน | ข้าราชการครู คศ.1 โรงเรียนบ้านสระเตย |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | ข้าราชการครู |
| ที่ทำงานปัจจุบัน | โรงเรียนบ้านสระเตย ตำบลแจงงาม อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 |

GRAD VRU