ผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา

ว่าที่ร้อยตรีณัฏฐ์ เนาว์ช้าง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2561

The Effects of the Problem-based Learning Activities Management in the Physics Course on Scientific Problem Solving Ability and Critical Thinking Ability of Mathayom Suksa VI Students at Mueang Khong School in Nakhon Ratchasima Province

Acting Second Lieutenant Nut Naochang

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2018

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา

ชื่อและนามสกุล ว่าที่ร้อยตรีณัฏฐ์ เนาว์ช้าง

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

2. รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทร์คง)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา

ผู้วิจัย ว่าที่ร้อยตรีณัฏฐ์ เนาว์ช้าง **รหัสนักศึกษา** 2592000406 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2) รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และ (3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ใน 1 ห้องเรียนของโรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) นักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน มีความสัมพันธ์กันในทางบวก และมีขนาดของความสัมพันธ์เท่ากับ 0.62

คำสำคัญ การใช้ปัญหาเป็นฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Thesis title: The Effects of the Problem-based Learning Activities Management in the Physics Course on Scientific Problem Solving Ability and Critical Thinking Ability of Mathayom Suksa VI Students at Mueang Khong School in Nakhon Ratchasima Province
Researcher: Acting Second Lieutenant Nut Naochang; **ID:** 2592000406;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor;
(2) Chamnan Chaowakeratipong, Associate Professor; **Academic year:** 2018

Abstract

The purposes of this study were (1) to compare scientific problem solving abilities of Mathayom Suksa VI students before and after learning under the problem-based learning activities management; (2) to compare critical thinking abilities of Mathayom Suksa VI students before and after learning under the problem-based learning activities management; and (3) to study the correlation between scientific problem solving ability and critical thinking ability of Mathayom Suksa VI students.

The sample of this study consisted of 30 Mathayom Suksa VI students in one intact classroom of Mueang Khong School in Nakhon Ratchasima province, obtained by cluster random sampling. The employed research instruments were (1) learning management plans for the problem-based learning activities management in the Physics Course at Mathayom Suksa VI level; (2) a scientific problem solving ability test; and (3) a critical thinking ability test. Statistics for data analysis were the mean, standard deviation, t-test, and Pearson correlation coefficient.

The findings of this studies showed that (1) the post-learning scientific problem solving ability of students who learned under the problem-based learning activities management was higher than their pre-learning counterpart ability at the .01 level of statistical significance; (2) the post-learning critical thinking ability of students who learned under the problem-based learning activities management was higher than their pre-learning counterpart ability at the .01 level of statistical significance; and (3) the correlation between scientific problem solving ability and critical thinking ability of the students was positive with the correlation coefficient of 0.62.

Keywords: Problem-based learning, Scientific problem solving ability, Critical thinking ability

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดี จากรองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และ อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณครูคณิศร ท้าวนอก คุณครูสมสมร อภิญญาพงศ์ และคุณครูวันชัย คชเรนทร์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญและช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ในการตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองคง คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเมืองคง ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์ และเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนครู บุคคลในครอบครัว และผู้อื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ที่กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

ณัฏฐ์ เนาว์ช้าง
ธันวาคม 2561

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 4
สมมติฐานการวิจัย 4
ขอบเขตการวิจัย 4
กรอบแนวคิดการวิจัย 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 9
คำอธิบายรายวิชา และโครงสร้างรายวิชา ฟิสิกส์ 5 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 10
แผนการจัดการเรียนรู้ 28
กิจกรรมเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 33
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 56
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 71
การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 90
ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 94
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 94
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 98
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 98
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 98

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การเก็บรวบรวมข้อมูล 99
การวิเคราะห์ข้อมูล 99
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 106
ปฏิทินการดำเนินการวิจัย 107
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 109
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 109
ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน 110
ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน 111
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 112
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 113
สรุปการวิจัย 113
อภิปรายผล 115
ข้อเสนอแนะ 117
บรรณานุกรม 120
ภาคผนวก 127
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ 128
ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ 130
ค แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 167
ง ผลการบันทึกข้อมูล และผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ 213
จ หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขอทดลองใช้เครื่องมือ 234
ฉ ตารางค่าวิกฤติของผลการทดสอบทีแบบอิสระ 240
ช ตารางค่าวิกฤติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน 242
ประวัติผู้วิจัย 245

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงโครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว 30205 13
ตารางที่ 2.2 ตารางประกอบกับการวางแผนการอภิปราย 47
ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยของฐิติยา ดวงจิต ปีพุทธศักราช 2555 64
ตารางที่ 2.4 แสดงกระบวนการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัย 68
ตารางที่ 2.5 แสดงตัวอย่างวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนในงานวิจัยของวัทสันและกลาเซอร์ (Watson and Glaser) 82
ตารางที่ 2.6 แสดงวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น 83
ตารางที่ 2.7 แสดงขั้นตอนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่พัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ 91
ตารางที่ 3.1 แสดงเกณฑ์การแปลความหมายของปริมาณของสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ แบบเพียร์สัน 103
ตารางที่ 3.2 แสดงเกณฑ์ในการแปลความหมายจากร้อยละของคะแนน ตัวเลขแสดง ระดับคุณภาพ และค่าเฉลี่ยของตัวเลขแสดงระดับคุณภาพ ไปเป็น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 105
ตารางที่ 3.3 แสดงปฏิทินการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป 108
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระหางเดียว 110
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระหางเดียว 111

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.3 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน หรือขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 112

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 5
ภาพที่ 3.1 แสดงตารางค่าวิกฤติของสหสัมพันธ์เพียร์สัน 103

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะหรือความสามารถ เป็นสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ในตัวของมนุษย์ เป็นสิ่งที่ฝึกฝน เสริมสร้าง และพัฒนาได้ หากมีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย หรือสิ่งรอบตัวที่เป็นสิ่งเร้า เพื่อให้มนุษย์เหล่านั้นตอบสนอง และปฏิบัติกิจกรรมทุกวิถีทาง อันเป็นการทำให้ทักษะที่มีอยู่ในตัวมนุษย์เกิดการพัฒนา หรือทำให้เกิดทักษะใหม่ ๆ เกิดขึ้น ก็ย่อมเป็นไปได้ และหนึ่งในสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย หรือสิ่งเร้าดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น คือ การศึกษา ซึ่งการศึกษานั้น เป็นกิจกรรมที่ทำให้มนุษย์มีทั้งความรู้และทักษะ มีคุณธรรม มีสุขภาพจิตที่สมบูรณ์ และนำผลที่ได้รับจากการศึกษาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในอนาคต

สิ่งที่สำคัญของการศึกษา นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้กำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้หรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายตามที่ครูผู้สอนได้กำหนด ซึ่งเป้าหมายดังกล่าว หมายถึง เป้าหมายเชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน หรือ KPA ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านทัศนคติ (ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ: 2554) ถ้าผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้านดังที่ได้กล่าว ออกมาให้ครูผู้สอนหรือผู้อื่นได้ประจักษ์ ก็จะถือว่า ผู้เรียนเป็นผู้เรียนที่มีคุณภาพ เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทางด้านร่างกายและจิตใจ ตามคุณสมบัติที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ: 2551) ได้กำหนด นอกจากนี้ คุณภาพของผู้เรียน ยังบ่งบอกถึงความสามารถในการทำงาน กล่าวคือ การทำงานหรือการประกอบวิชาชีพนั้น จะต้องอาศัยทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ โดยที่ความรู้นั้น จะเป็นตัวกำหนดกิจกรรมการปฏิบัติ ทักษะจะเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จของผลงาน และเจตคติจะเป็นปัจจัยที่ช่วยเสริมแรง สร้างความมุ่งมั่นในการทำงาน ฉะนั้น จะเห็นว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ทักษะ หรือเจตคติ ต่างก็เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญต่อการดำรงชีพ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อที่จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นรอบตัวเรา นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม การเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงทางด้านวัฒนธรรม และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อม

หนึ่งในทักษะหรือความสามารถที่น่าสนใจ และควรจะส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถดูแลตนเองได้ นั่นคือ ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหา นั้น หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว และวางแผนออกแบบ คัดเลือก พิจารณากระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ที่เหมาะสม (ศศิธร เจียมโคกสูง,

2552) การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาใกล้ตัว หรือปัญหาที่เกิดขึ้นกับสังคม ล้วนแล้วแต่จะต้องอาศัยความสามารถของตนเองทั้งสิ้น ฉะนั้น ครูผู้สอนควรที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา นำสถานการณ์ที่เป็นปัญหามาให้ผู้เรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำเช่นนี้ บ่อยครั้ง ผู้เรียนก็จะยิ่งได้รับประสบการณ์ และเข้าใจหลักการของการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับ จะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตของผู้เรียนในอนาคตที่เกิดขึ้นภายหลัง

การแก้ปัญหานั้น มีอยู่หลายรูปแบบ แต่หนึ่งในวิธีที่ได้รับการยอมรับว่า เป็นรูปแบบที่มีความเป็นลำดับขั้นตอน และได้ผลการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม นั่นคือ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถ้าจะอธิบายให้เข้าใจได้ง่ายที่สุด ก็คือ เป็นการแก้ปัญหาที่อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ขั้นตอน ได้แก่ ตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล (ฐิติยา ดวงจิต, 2555) ด้วยเหตุนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ควรจะมีการฝึกฝนและพัฒนาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่สอนในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และได้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง และอีกหนึ่งความสามารถที่ครูผู้สอนควรจะส่งเสริม และพัฒนา เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ และก่อให้เกิดความปลอดภัยในชีวิต นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น หมายถึง พฤติกรรมการพิจารณา ไตร่ตรองสถานการณ์ที่ตนกำลังเผชิญอย่างรอบคอบ และนำสิ่งที่เป็นความรู้ แนวคิด หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการอ้างเหตุผลก่อนที่จะตัดสินใจกระทำการใด ๆ ต่อสถานการณ์นั้น (ฉัตรดาว ขันจันทร์: 2554) การที่คนเรามีวิจารณญาณนั้น จะช่วยทำให้เราได้นำสิ่งที่เป็นประสบการณ์ ไม่ว่าจะเป็นประสบการณ์จากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์จากการทำงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ความรู้เกิดการคงทน ไม่สูญหายไปได้ง่าย และเนื่องจากโลกในปัจจุบันนี้ มีสิ่งเร้าต่างๆ ที่เข้ามามีอิทธิพลในชีวิตของเรามาก ยกตัวอย่างเช่น โฆษณาชวนเชื่อ และผู้คนส่วนมากที่หลงเชื่อในโฆษณานั้น ก็กลับกลายเป็นผู้เสียหาย เพราะผู้คนเหล่านั้น ขาดวิจารณญาณนั่นเอง ฉะนั้น การศึกษาในศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอนจึงควรจะให้ความสำคัญกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นพิเศษ และปลูกฝังให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ให้ผู้เรียนได้เผชิญหน้ากับสถานการณ์จริงมากมาย และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รู้จักใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม มาใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจอย่างถูกต้อง

เพราะฉะนั้น จะเห็นว่า ความสามามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต่างก็เป็นความสามารถที่จะต้องพัฒนาหรือเสริมสร้างให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน ผ่านการศึกษา และกิจกรรมการเรียนรู้ของตัวครูผู้สอนเอง เนื่องจากความสามารถทั้งสองด้านที่ได้กล่าวมานั้นมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ หากต้องการที่จะแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ควรจะใช้วิจารณญาณในการพิจารณากระบวนการ และแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาเสียก่อน

โลกปัจจุบันในช่วงศตวรรษที่ 21 มีการเรียนการสอน หรือกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มีอยู่หลากหลายรูปแบบ และมักจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะมีกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) และยิ่งถ้ามีการนำสื่อการเรียนรู้ เช่น มัลติมีเดีย วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ มาบูรณาการเข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้เหล่านี้ จะช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอัตโนมัติ และนำไปสู่แนวคิดที่คงทน สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นได้ นอกจากนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ยังเป็นกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมออกมาอันเป็นบ่อเกิดของทักษะหรือความสามารถต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และถ้าครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เหมาะสมกับความถนัดและความสนใจของผู้เรียนเป็นรายบุคคลด้วยแล้ว ทักษะหรือความสามารถของผู้เรียนเหล่านั้น ก็จะมีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว เกิดเป็นความชำนาญ หรืออาจพัฒนาไปเป็นความสามารถพิเศษของผู้เรียนเหล่านั้นก็ย่อมมีความเป็นไปได้ ฉะนั้น สรุปว่าคุณภาพผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นตัวบ่งชี้อย่าง ความรู้ ทักษะ หรือเจตคติ ขึ้นอยู่กับความสามารถของครูผู้สอนเป็นหลัก ไม่เพียงแต่ความรู้ในเนื้อหาที่ตนได้สอนเท่านั้น แต่จะต้องมีความรู้ทางจิตวิทยา มีมนุษยสัมพันธ์ มีความรักความเมตตาต่อผู้เรียน แล้วผู้เรียนจะไว้วางใจครูผู้สอน และให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี มีความเต็มใจ และปฏิบัติกิจกรรมได้สุดความสามารถ

จากประเด็นเกี่ยวกับ ความสำคัญของทักษะ ความสำคัญของการศึกษาที่มีต่อทักษะ ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มีต่อผู้เรียน ดังที่ผู้วิจัยได้กล่าวมานั้น ทำให้ผู้วิจัย มีความสนใจที่จะศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Base Learning, PBL) และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพิสูจน์ว่า ผู้ที่แก้ปัญหาได้ย่อมเป็นผู้ที่มีวิจารณญาณจริงหรือไม่ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้กำหนดนั้น จะเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา และเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะเป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ซึ่งประกอบไปด้วย ของไหล ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ฟิสิกส์อะตอม และฟิสิกส์นิวเคลียร์ สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจ และเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านในการพัฒนาความสามารถอื่น ๆ ของผู้เรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในช่วงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในช่วงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์ในทางบวก

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ประชากร

ประชากรในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ม.6/1, ม.6/2 และ ม.6/3 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 113 คน

4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ ม.6/2 จำนวนนักเรียน 30 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยนักเรียนในชั้น ม.6/2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จะเป็นห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือ PBL

4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในวิชา ฟิสิกส์ 5 ทั้งหมด 16 เนื้อหา ได้แก่

4.3.1 ความดัน

4.3.2 เครื่องมือวัดความดัน

4.3.3 กฎของพาสคัล

4.3.4 หลักของอาร์คิมีดิส

4.3.5 ความตึงผิว

4.3.6 พลศาสตร์ของไหล

4.3.7 พลังงานความร้อน

4.3.8 มอดุลัสของยัง

4.3.9 สมดุลความร้อน

4.3.10 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

4.3.11 สมมติฐานของพลังค์

4.3.12 ทฤษฎีอะตอมของนีลโบร์

4.3.13 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค

4.3.14 ทวิภาวะคลื่นและอนุภาค

4.3.15 การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

4.3.16 พลังงานนิวเคลียร์

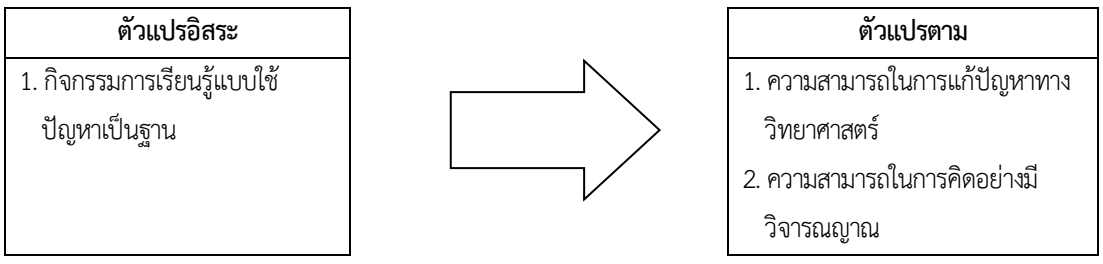
4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.4.3 ระยะเวลา ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 คือ ตั้งแต่วันที่ 17 พฤษภาคม 2561 ถึงวันที่ 21 กันยายน 2561

5. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ ที่ครูผู้สอนจะนำปัญหาในชีวิตประจำวันหรือประเด็นทางสังคมต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสนใจ มากระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและประสบการณ์จากการเรียนรู้ที่ผ่านมาของตัวผู้เรียน เพื่อใช้ในการสร้างข้อสรุป หรือหาคำตอบของปัญหา โดยผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม แบ่งออกเป็น 10 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

6.1.1 กำหนดปัญหา ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

6.1.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนอ่านเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด และสรุปเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหา

6.1.3 สำรวจประเด็นที่เป็นปัญหา ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์โดยสรุป และกำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้อง

6.1.4 วิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์ แล้วระบุสิ่งที่สถานการณ์ให้มา

6.1.5 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนดำเนินการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของสถานการณ์ จากนั้น นำข้อมูลที่ผ่านการสืบค้น มาใช้ในการตั้งสมมติฐานของปัญหา แล้วนำข้อมูลที่ผ่านการสืบค้น มาอภิปรายเพื่อวิเคราะห์สาระสำคัญ

6.1.6 สังเคราะห์ความรู้ ผู้เรียนนำความรู้ที่ผ่านการวิเคราะห์ มาใช้การสร้างความรู้ใหม่ โดยอาจระบุเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ซึ่งความรู้ใหม่ดังกล่าวนี้ จะเป็นข้อมูลที่ผ่านการสังเคราะห์

6.1.7 หาทางแก้ปัญหา ผู้เรียนนำความรู้ที่ผ่านการวิเคราะห์ และข้อมูลที่ผ่านการสังเคราะห์ วางแผน เพื่อสร้างกระบวนการแก้ปัญหา หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์

6.1.8 ดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนดำเนินการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ตามแผนการที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอน หาทางแก้ปัญหา

6.1.9 นำเสนอผลงาน ผู้เรียนออกมานำเสนอผลการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ โดยการนำเสนอในหัวข้อตามลำดับดังนี้ 1) เนื้อหาของสถานการณ์โดยสรุป 2) ประเด็นหรือหัวข้อของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ 3) แนวคิดสำคัญ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และข้อมูลที่ผ่านการสังเคราะห์ 4) กระบวนการสร้างข้อสรุป พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหา และ 5) ข้อสรุปของสถานการณ์ หรือคำตอบของปัญหา

6.1.10 อภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้ ผู้เรียนจะอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้รับ เช่น ความรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่มีต่อกิจกรรม

6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความสามารถทางสติปัญญา ในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยอาศัยกระบวนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะมีองค์ประกอบสำคัญ หรือเป็นความสามารถที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อยู่ทั้งหมด 5 ความสามารถ ดังต่อไปนี้

6.2.1 ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ที่ตนเองกำลังประสบพบเจอ วิเคราะห์ข้อความในส่วนที่น่าจะเป็นปัญหา และระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อความนั้น

6.2.2 ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ผู้เรียนระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดมาให้ สิ่งที่ปัญหาต้องการ และเนื้อหาความรู้ที่จะต้องใช้ในการแก้ปัญหา

6.2.3 ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ผ่านการสืบค้นมาใช้ในการกำหนดคำตอบของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้

6.2.4 ความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการความรู้ที่ผ่านการวิเคราะห์ และสมมติฐาน มาใช้ในการออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

6.2.5 ความสามารถในการสรุปผลการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการ สรุปคำตอบของปัญหา หลังจากที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหามาแล้ว โดยพิจารณาลักษณะคำตอบจากสิ่งที่ปัญหาต้องการ

6.3 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผล ความรู้ และประสบการณ์ ในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของสถานการณ์น้อยเพียงใด แล้วตัดสินใจที่จะสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ในทางที่ถูกต้อง ซึ่งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะมีองค์ประกอบสำคัญ หรือเป็นความสามารถที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ทั้งหมด 5 ความสามารถ ดังต่อไปนี้

6.3.1 ความสามารถในการกำหนดปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาส่วนของข้อความที่น่าจะเป็นปัญหา แล้วนำมากำหนดเป็นข้อคำถาม ที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น

6.3.2 ความสามารถในการตีความ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจกับสถานการณ์ แล้วแปลความหมายออกมาเป็นแนวคิดตามความเข้าใจของตนเอง

6.3.3 ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้มาใช้ในการคาดเดาข้อสรุปของสถานการณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการทดสอบสมมติฐานต่อไป

6.3.4 ความสามารถในการจัดระบบข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ก่อนที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างข้อสรุปของปัญหาอย่างถูกต้อง

6.3.5 ความสามารถในการสรุปอ้างอิง หมายถึง ความสามารถในการอ้างเหตุผล โดยใช้ความรู้ หรือพยานหลักฐานที่น่าเชื่อถือ มาใช้ประกอบกับการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์อย่างสมเหตุสมผล

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้น

7.2 ครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัย ไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการสอน หรือกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยจะขอนำเสนอ เนื้อหาของวรรณกรรมที่สำคัญ อันเป็นที่มาของการดำเนินงานตลอดระยะเวลาในการวิจัย และเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่ศึกษาที่ต้องการจะต่อยอด หรือพัฒนางานวิจัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเนื้อหาของวรรณกรรมดังกล่าวที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ข้างต้น ประกอบไปด้วย

1. คำอธิบายรายวิชา และโครงสร้างรายวิชา ฟิสิกส์ 5 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561
    - 1.1 คำอธิบายรายวิชา
    - 1.2 โครงสร้างรายวิชา
2. แผนการจัดการเรียนรู้
    - 2.1 ส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
3. กิจกรรมเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.1 ความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.2 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.3 จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.5 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.6 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.7 การวางแผนและการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.8 บทบาทของผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.9 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.10 การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 3.11 ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    - 4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    - 4.2 ลักษณะของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    - 4.3 กระบวนการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.4 พฤติกรรมบ่งชี้ถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

4.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

4.6 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.7 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.3 พฤติกรรมบ่งชี้ของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.4 การประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.5 การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

7. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

8.2 งานวิจัยด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. คำอธิบายรายวิชา และโครงสร้างรายวิชา ฟิสิกส์ 5 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

เนื่องจากผู้วิจัยได้ปฏิบัติการสอนในวิชา ฟิสิกส์ ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ และใช้เนื้อหาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษา เป็นพื้นฐานในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงขออธิบายเนื้อหาส่วนหนึ่งของหลักสูตร ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ และขอบเขตของงานวิจัยดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 แบบพอสังเขป โดยจะมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

1.1 คำอธิบายรายวิชา

สำหรับในงานวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัย ได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหา เป็นวิชาฟิสิกส์ 5 ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอ คำอธิบายรายวิชา ฟิสิกส์ 5 ซึ่งมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ชื่อวิชา ฟิสิกส์ 5 ระดับชั้น ม.6/2

รหัสวิชา ว 30205เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาและวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง ความดันของไหล, กฎพาสคัล, เครื่องมือวัดความดัน, แรงพยุง, ความตึงผิว, ความหนืด, พลศาสตร์ของไหล, พลังงานความร้อน, ผลของความร้อนที่มีต่อการหดและขยายตัวของวัตถุ, สมดุลความร้อน, ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส, สมมติฐานของพลังค์, ทฤษฎีอะตอม, ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค, ทวิภาวะคลื่นและอนุภาค, กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการ สืบค้นข้อมูล เทคนิคในการใช้วัสดุอุปกรณ์ รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างองค์ความรู้ด้วยวิธีการนำเสนอหรือนำความรู้ไปบริการสังคม มีสมรรถนะสำคัญในด้านของการสื่อสารด้วยภาษาที่ถูกต้องเหมาะสม ใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ทั้งกระบวนการคิดเชิงซ้อนและการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ มีทักษะชีวิตในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และมีทักษะการใช้เทคโนโลยี วัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือวัดอย่างเหมาะสมในการตรวจสอบข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในด้านของความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ใช้ความรู้ในเสริมสร้างอุดมการณ์ในความรักชาติ ทำนุบำรุงศาสนา และสืบสานพระราชดำริ มีความซื่อสัตย์สุจริต สร้างองค์ความรู้และถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ถูกต้องและเป็นความจริง มีวินัย เคารพกฎระเบียบหรือปฏิบัติตามข้อตกลงอย่างเคร่งครัด ใฝ่เรียนรู้ หมั่นสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ และรู้จักการพัฒนาตนเอง อยู่อย่างพอเพียง ใช้ทรัพยากรอย่างพอประมาณ และมีความพร้อมในการเผชิญหน้ากับปัญหาต่าง ๆ หรือสถานการณ์ใหม่ มุ่งมั่นในการทำงาน มีความมุมานะ อุตสาหะ ขยัน และไม่ย่อท้อต่องานที่ยากลำบาก มีจิตสาธารณะ ทำคุณประโยชน์ให้ผู้อื่นในสังคมโดยไม่หวังสิ่งตอบแทน และรักความเป็นไทย นำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาพัฒนาประเทศ หรือสืบสานวัฒนธรรมไทยให้คงอยู่ต่อไป

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมีดิส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ม.6/1 อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

ตัวชี้วัด ม.6/2 อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้ง ทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดุลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ม.6/3 อธิบายและคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก

ตัวชี้วัด ม.6/4 ทดลอง อธิบายและคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล

ตัวชี้วัด ม.6/5 ทดลอง อธิบายและคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว

ตัวชี้วัด ม.6/6 อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

ตัวชี้วัด ม.6/7 อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม

ตัวชี้วัด ม.6/8 อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊สและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ตัวชี้วัด ม.6/10 อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ตัวชี้วัด ม.6/11 อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ

ตัวชี้วัด ม.6/12 อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่น
เดอบรอยล์

ตัวชี้วัด ม.6/14 อธิบายและคำนวณ กัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้ง ทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต

ตัวชี้วัด ม.6/16 อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน และฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์

ตัวชี้วัด ม.6/17 อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และรังสี รวมทั้ง อันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ

มาตรฐาน ว 8.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ม.6/1 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม

รวมทั้งหมด 2 มาตรฐานการเรียนรู้, 15 ตัวชี้วัด

1.2 โครงสร้างรายวิชา

เนื่องจากผู้วิจัย ได้นำเนื้อหาในวิชา ฟิสิกส์ 5 มาใช้ในการศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอโครงสร้างรายวิชา ของวิชาฟิสิกส์ 5 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับ หน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ เวลา คะแนน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงโครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว 30205

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
1.	**ของไหล**	มาตรฐาน ว 6.4 ตัวชี้วัด ม.6/3 อธิบายและคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก ตัวชี้วัด ม.6/4 ทดลองอธิบายและคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล	- รูปทรง 3 มิติ ซึ่งจะมีทั้งด้านกว้าง (W) ด้านยาว (l) และด้านสูง (h) จะมีปริมาตรเท่ากับ W*l*h - เขื่อนกั้นน้ำ จะมีความสามารถในการทนแรงดันน้ำที่จำกัด ดังนั้นจะต้องกำหนดระดับความสูงของระดับน้ำในเขื่อนหรือระดับน้ำในแม่น้ำ เพื่อเตือนให้มีการระบายน้ำ	30	25

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
		ตัวชี้วัด ม.6/5 ทดลอง อธิบายและคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว ตัวชี้วัด ม.6/6 อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	ออกอย่างเร่งด่วน เพื่อไม่ให้แรงดันน้ำสูงกว่าแรงต้านของตัวเขื่อน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เขื่อนเกิดความเสียหาย หรือเขื่อนพังทลาย โดยที่ระดับความสูงของน้ำในแม่น้ำดังกล่าว จะเป็นการคำนวณหาค่าของ h จากสมการ $F=\frac{1}{2}\rho gLh^2$ แต่จะกำหนดให้ค่าของ F ในสมการ แทน “แรงต้านของตัวเขื่อน หรือความสามารถในการทนแรงดันน้ำของเขื่อน” - ภาพของบารอมิเตอร์ปรอท สามารถบ่งบอกถึงสถานที่ต่าง ๆ บนโลกได้ โดยการนำระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางที่คำนวณได้จากสมการ $h=\left(760-P_{Hg}\right)*11$ ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลของสถานที่นั้น และพิจารณาค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			- คานมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 อย่าง ได้แก่ แรงพยายาม (E) แรงต้าน (W) และจุดหมุนซึ่งห่างจากแรงพยายาม และแรงต้าน เป็นระยะ r_E และ r_W ตามลำดับ เมื่อใดที่คานเกิดความสมดุล โมเมนต์ของแรงพยายาม (M_E) จะเท่ากับโมเมนต์ของแรงต้าน (M_W) หรือ $E*r_E=W*r_W$ - แม่แรงยกรถขนาดพกพาเป็นการนำเครื่องอัดไฮดรอลิก (ตามกฎของพาสคัล) มาต่อกับคานอันดับที่ 2 หรือคานที่มีแรงต้านอยู่ตรงกลาง จากหลักของพาสคัล เมื่อมีมวลอยู่บนลูกสูบขนาดใหญ่ ก็จะเกิดการถ่ายทอดความดัน จนเกิดแรงกระทำต่อลูกสูบเล็ก จากนั้นลูกสูบเล็กที่ถูกยกขึ้น ก็จะไปดันตัวคานให้คานเอียง ดังนั้น แรงกระทำต่อลูกสูบเล็ก จึงมีขนาดเท่ากับแรงต้านของตัวคานนั่นเอง เมื่อคานได้รับแรงต้าน คานก็จะสูญเสีย		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			- คานมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 อย่าง ได้แก่ แรงพยายาม (E) แรงต้าน (W) และจุดหมุนซึ่งห่างจากแรงพยายาม และแรงต้าน เป็นระยะ r_E และ r_W ตามลำดับ เมื่อใดที่คานเกิดความสมดุล โมเมนต์ของแรงพยายาม (M_E) จะเท่ากับโมเมนต์ของแรงต้าน (M_W) หรือ $E*r_E=W*r_W$ - แม่แรงยกรถขนาดพกพาเป็นการนำเครื่องอัดไฮดรอลิก (ตามกฎของพาสคัล) มาต่อกับคานอันดับที่ 2 หรือคานที่มีแรงต้านอยู่ตรงกลาง จากหลักของพาสคัล เมื่อมีมวลอยู่บนลูกสูบขนาดใหญ่ ก็จะเกิดการถ่ายทอดความดัน จนเกิดแรงกระทำต่อลูกสูบเล็ก จากนั้นลูกสูบเล็กที่ถูกยกขึ้น ก็จะไปดันตัวคานให้คานเอียง ดังนั้น แรงกระทำต่อลูกสูบเล็ก จึงมีขนาดเท่ากับแรงต้านของตัวคานนั่นเอง		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			เมื่อคานได้รับแรงต้าน คานก็จะสูญเสียความสมดุล แต่เมื่อใดที่ออกแรงพยายามหรือแรงที่ใช้ในการดันคานของแม่แรง คานก็จะเกิดความสมดุล และรถจะถูกยกขึ้น ตามกฎของพาสคัลที่ได้กล่าวไปข้างต้น เมื่อคานของแม่แรงเกิดความสมดุลโมเมนต์ของแรงพยายามเท่ากับโมเมนต์ของแรงกระทำต่อลูกสูบขนาดเล็กหรือโมเมนต์ของแรงต้านซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงพยายาม กับมวลของรถได้ดังสมการ $\frac{mg}{A} = \frac{E^{*}r_{E}}{a^{*}r_{W}}$ - เมื่อนำวัตถุชนิดหนึ่งซึ่งมีมวล m ชั่งด้วยตาชั่งสปริง จากนั้นนำวัตถุดังกล่าวไปแช่อยู่ในของไหล จะพบว่าน้ำหนักที่ตาชั่งสปริงจะอ่านค่าได้จะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ นั่นเป็นเพราะว่า วัตถุนั้นได้รับแรงพยุงจากของไหลนั่นเอง		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			จากกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน ถ้าน้ำหนักของวัตถุ (mg) มีทิศลง แรงพยุง (F_B) มีทิศขึ้น และน้ำหนักที่ตาชั่งสปริงอ่านค่าได้ (T) มีทิศขึ้น ก็จะได้สมการ $F_B=mg-T$ - การคำนวณหาความหนาแน่นของวัตถุ โดยอาศัยหลักของอาร์คิมีดิส สามารถทำได้โดยการแทนค่า V_d จากสมการ $F_B=\rho V_d g$ ด้วย $\frac{m}{\rho_s}$ เมื่อ ρ_s แทน ความหนาแน่นของวัตถุ - ในช่วงที่คานเกิดสมดุล โมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จะเท่ากับโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือ $M_{ทวน}=M_{ตาม}$ เมื่อ โมเมนต์ของแรงใด ๆ หมายถึง ผลคูณระหว่างแรง กับระยะห่างจากจุดหมุน - ในการทดลองหาความตึงผิว จะต้องใช้คานในการทดลอง		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			ฉะนั้น จึงต้องนำหลักการของโมเมนต์คานมาใช้ เมื่อเราแขวนวัตถุไว้ จะเกิดแรงตึงผิวที่อีกฝั่งหนึ่ง ซึ่งในการแขวนวัตถุนั้น จะทำให้เกิดน้ำหนัก W และมีโมเมนต์ของน้ำหนักเป็น $M_W=W*r_W$ เมื่อ r_W แทนระยะห่างจากน้ำหนัก ถึงจุดหมุนของคาน ส่วนแรงตึงผิว F ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแขวนมวล จะมีโมเมนต์ของแรงตึงผิวเป็น $M_F=F*r_F$ เมื่อ r_W แทนระยะห่างจากแรงตึงผิว ถึงจุดหมุนของคาน หากว่าเราพิจารณาในช่วงที่คานสมดุลและช่วงที่วงแหวนหลุดออกจากของไหล ก็จะสามารถใช้หลักของคานสมดุล หรือโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาได้ นั่นคือ $M_W=M_F$ หรือ $W*r_W=F*r_F$ และเมื่อแทนค่า $W=mg$ และ $F=\gamma L$ ก็จะได้สมการ $mgr_W=\gamma L$		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			- พลังงานกลของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ทุกตำแหน่งหรือทุกช่วงที่พิจารณา มีค่าเท่ากัน กล่าวคือ พลังงานไม่มีการสูญหายหรือสร้างขึ้นมาใหม่ เพียงแต่จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งเท่านั้น นี่จึงเป็นที่มาของกฎอนุรักษ์พลังงาน ถ้าพลังงานกลของวัตถุในช่วงที่ 1 คือ $\frac{1}{2}mv_1^2+mgh_1+\frac{1}{2}kx_1^2$ และพลังงานกลของวัตถุในช่วงที่ 2 คือ $\frac{1}{2}mv_2^2+mgh_2+\frac{1}{2}kx_2^2$ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกลในแต่ละช่วงว่า $\frac{1}{2}mv_1^2+mgh_1+\frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2+mgh_2+\frac{1}{2}kx_2^2$ - ในสถานการณ์ “เส้นทางลำเลียงน้ำฝน” ช่วงที่น้ำฝนไหลลงสู่ปากโอ่ง เป็นการเคลื่อนที่ลงจากที่สูงแบบโพรเจกไทล์ โดยจะมีเพียงความเร็วต้นในแนวระดับ u_x เท่านั้น ส่วนความในแนวดิ่ง u_y ถือว่าเป็นศูนย์		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			ดังนั้น สมการที่เหมาะสม กับการเคลื่อนที่ดังกล่าว มี 2 สมการ ได้แก่ $S_y=u_yt+\frac{1}{2}gt^2$ และ $S_x=u_xt$ - เส้นทางลำเลียงน้ำฝน ที่สถานการณ์ “เส้นทางลำเลียงน้ำฝน” ได้กำหนดนั้น จะแบ่งช่วงในการพิจารณาเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงที่น้ำฝนไหลจากรางน้ำฝน ลงสู่ท่อลำเลียงน้ำฝน จะใช้กฎอนุรักษ์พลังงานในการคำนวณหาความเร็วที่ไหลเข้าท่อลำเลียงน้ำฝน, 2) ช่วงที่น้ำฝนไหลผ่านท่อลำเลียงน้ำฝนที่ขนาดแตกต่างกัน จะใช้สมการความต่อเนื่องของการไหลในการคำนวณหาความเร็วของน้ำฝนในท่อลำเลียงน้ำฝนอีกท่อหนึ่ง และ3) ช่วงที่น้ำฝนไหลจากท่อลำเลียงน้ำฝนไหลลงสู่โอ่ง จะใช้สมการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เพื่อคำนวณหาระยะห่างระหว่างตำแหน่งศูนย์กลาง		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			ของปากโอ่ง กับเส้นแนวดิ่งของปากท่อลำเลียงน้ำฝน		
2.	**ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส**	มาตรฐาน ว 6.4 ตัวชี้วัด ม.6/1 อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน ตัวชี้วัด ม.6/2 อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดุลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตัวชี้วัด ม.6/7 อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวชี้วัด ม.6/8 อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดม	- กระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสถานะของน้ำสามารถแสดงได้ดังนี้ (น้ำแข็ง น้อยกว่า 0 เซลเซียส -> น้ำแข็ง 0 เซลเซียส –> น้ำ 0 เซลเซียส -> น้ำ 0-100 เซลเซียส –> น้ำ 100 เซลเซียส -> ไอน้ำ 100 เซลเซียส -> ไอน้ำ มากกว่า 100 เซลเซียส) - สสารที่ให้ความร้อนดีที่สุด หมายถึง การทำให้พลังงานความร้อนในหนึ่งหน่วยเวลาเท่ากัน กล่าวคือจะต้องพิจารณาจากพลังงานความร้อน หารด้วยเวลา - การคำนวณหาพื้นที่ที่มีความซับซ้อน ควรจะมีการแบ่งส่วนให้ได้เป็นรูปที่สามารถคำนวณหาพื้นที่ได้ เช่น สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หรือวงกลม เสียก่อน จากนั้น ค่อยนำขนาดพื้นที่ทีคำนวณได้มารวมกัน	20	15

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
		คติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	- หากรางรถไฟมีการเปลี่ยนแปลงความยาวเกินครึ่งหนึ่งของความยาวที่เปลี่ยนไป รางรถไฟจะขยายตัวจนชนเข้ากัน ส่งผลให้เกิดการบิดเบี้ยวของรางรถไฟ - เมื่อนำน้ำแข็งมวล m_i อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใส่ลงไปในน้ำมวล m_w อุณหภูมิ W องศาเซลเซียส อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำเย็นหรือ T จะสามารถหาได้จากสมการ $m_iL_m+m_ic_wT=m_wc_w(W-T)$ - กฎของแก๊สในอุดมคติเป็นการกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) ปริมาตร (V) จำนวนโมล (n) และอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน (T) ซึ่งสามารถอธิบายเป็นสมการได้ว่า PV=nRT เมื่อ R แทน ค่าคงที่ของแก๊ส (ประมาณ 8 จูล / (โมล*เคลวิน))		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			- ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส หมายถึง ทฤษฎีที่อธิบายพฤติกรรมของโมเลกุลแก๊สแต่ละตัว ซึ่งมีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม ไร้ทิศทาง และหนึ่งในตัวแปรที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของโมเลกุลแก๊สได้ นั่นคือ อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ซึ่งเป็นการหาค่าเฉลี่ยของความเร็วโมเลกุลแก๊สที่มีจำนวนมาก โดยที่อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย หรือตัวแปร v_{rms} สามารถคำนวณได้จากสมการ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ เมื่อ R แทน ค่าคงที่ของแก๊ส (ประมาณ 8 จูล / (โมล*เคลวิน)), T แทน อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน และ M แทนเลขมวลของแก๊ส หาร 1,000 หรือ A/1000		
3.	**ฟิสิกส์อะตอม**	มาตรฐาน ว 6.4 ตัวชี้วัด ม.6/10 อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์และการเกิดเส้นสเปกตรัม	- ดวงดาว ถือว่าเป็นวัตถุดำชนิดหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานของพลังค์ ถ้าหากมนุษย์สามารถมองเห็นแสงที่แผ่มาจากดวงดาวได้	20	15

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
		ของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวชี้วัด ม.6/11 อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ ตัวชี้วัด ม.6/12 อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์	แสดงว่า ดวงดาวดวงนั้นแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่ตามองเห็น หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 380 – 760 นาโนเมตรออกมา - อะตอมไฮโดรเจนที่มีการเรืองแสงออกมา หมายถึง อิเล็กตรอนที่คายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าว มีขนาดของความยาวคลื่นซึ่งอยู่ในช่วงของแสงที่ตาเปล่ามองเห็น นั่นคือ $3.8*10^{-7}$ เมตร ถึง $7.6*10^{-7}$ เมตร - วัตถุที่จะมองเห็นพฤติกรรมได้ชัดเจนที่สุด จะต้องเป็นวัตถุที่เคลื่อนที่ช้า มีความเร็วต่ำ หรือมีค่าของพลังงานจลน์ที่ต่ำ เช่นเดียวกับสถานการณ์ “ให้สีเป็นตัวทำนาย” ถ้าต้องการยิงแสงที่ตาเปล่ามองเห็นเพียงสีใดสีหนึ่งเพื่อให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค และทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจาก		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			อะตอมเป็นโฟโตอิเล็กตรอน ที่มองเห็นการเคลื่อนที่ได้ ชัดเจนที่สุด ก็จะต้องใช้สี ของแสงที่ให้พลังงาน มากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยว ของอิเล็กตรอน แต่ให้ทั้ง สองปริมาณที่กล่าวมา ข้างต้น แตกต่างกันให้น้อย ที่สุด เพื่อให้พลังงานจลน์ ของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่า น้อยที่สุด - โมเมนตัม เป็นปริมาณที่ บ่งบอกถึงความสามารถใน การเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่ง ขึ้นอยู่กับขนาดของมวล วัตถุและความเร็วของวัตถุ ดังนั้น มวล ความเร็ว และ โมเมนตัม จึงมี ความสัมพันธ์ดังสมการ p=mv หรือคำนวณได้จาก พื้นที่ใต้กราฟ m-v หรือ กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างมวลกับความเร็ว - พื้นที่ใต้กราฟ เป็นพื้นที่ที่ ถูกครอบคลุมด้วยเส้นบน กราฟ กับแกนในระบบพิกัด ฉาก หรือเป็นผลคูณจาก ข้อมูลในแกน x กับข้อมูล		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			ในแกน y - พื้นที่ 2 มิติ ที่ควรจะรู้จักเป็นพื้นฐาน ได้แก่ พื้นที่สามเหลี่ยม (0.5*ความสูง*ความยาวฐาน) พื้นที่สี่เหลี่ยม (ด้านกว้าง*ดานยาว) และพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู (0.5*(ผลบวกด้านคู่ขนาน)*สูง)		
4.	**ฟิสิกส์นิวเคลียร์**	มาตรฐาน ว 6.4 ตัวชี้วัด ม.6/14 อธิบายและคำนวณ กัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้ง ทดลอง อธิบายและคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต ตัวชี้วัด ม.6/16 อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์ ตัวชี้วัด ม.6/17 อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ	- เมื่อธาตุกัมมันตรังสีซึ่งมีครึ่งชีวิตเป็น $t_{\frac{1}{2}}$ วินาที และมีปริมาณเดิมเป็น N_0 ได้สลายตัวโดยใช้ระยะเวลา t วินาที จะมีปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีหลงเหลืออยู่ $N=N_0e^{-\lambda t}$ จะพบว่านิวเคลียสของธาตุยูเรเนียมซึ่งมีเลขมวล 92 ถูกแบ่งตัวให้เป็นนิวเคลียสของธาตุมวลเบา 2 ตัว ได้แก่ แบเรียมซึ่งมีเลขมวล 56 และคริปตอนซึ่งมีเลขมวล 36 ส่วนนิวตรอนที่ได้ มาจากผลต่างระหว่างเลขมวลของธาตุก่อนเกิดฟิชชัน กับเลขมวลของธาตุหลังเกิดฟิชชัน นอกจากนี้ ยังมี	10	15

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน (ร้อยละ)
			พลังงานนิวเคลียร์เกิดขึ้นเนื่องจากมวลพร่อง หรือเลขมวลที่หายไปหลังจากที่เกิดปฏิกิริยาฟิชชัน - กำลัง (P) งาน (หรือพลังงาน W) และเวลา (t) มีความสัมพันธ์ดังสมการ $P=\frac{W}{t}$ - พลังงานหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์เป็นหน่วยที่ใช้ในงานวิจัยทางด้านฟิสิกส์อนุภาค เนื่องจากเป็นการศึกษาสิ่งที่มีขนาดเล็ก ทำให้ปริมาณต่าง ๆ ที่จะนำมาคำนวณหาพลังงานมีค่าที่น้อยมาก ๆ โดยที่พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์จะมีค่าเท่ากับ $1.6*10^{-19}$ จูล		
		รวม		**80**	**100**

2. แผนการจัดการเรียนรู้

ก่อนที่จะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะต้องมีการวางแผนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ และทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (อ้างอิงใน นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2558, น. 28) ยังได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ นอกเหนือจากที่ผู้ได้กล่าวถึงซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ตามที่ครูผู้สอนได้สำรวจ และเห็นว่า น่าจะเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. เพื่อกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างชัดเจน และนำพาผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายตามที่ผู้เรียนได้คาดหวัง

3. เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เหมาะสมกับผู้เรียน ทั้งความสนใจ ความรู้พื้นฐาน และความถนัด หรือความสามารถพิเศษที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของผู้เรียน

4. เพื่อให้ครูผู้สอนได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะสอนมากขึ้น และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนได้เข้าใจ จนกระทั่งสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

5. เพื่อให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจในตนเอง รู้จักแก้ปัญหาเฉพาะหน้า อีกทั่งยังทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้จัดขึ้น และให้ความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้นั้นได้เป็นอย่างดี

6. เพื่อสร้างแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในครั้งถัดไป จากการบันทึกผลหลังกิจกรรมการเรียนรู้ หากพบเจอปัญหาหรืออุปสรรคใด ๆ ก็สามารถวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหานั้นได้ หรือ ทำให้ปัญหาที่ครูผู้สอนได้พบเจอ เกิดขึ้นน้อยลง

2.1 ส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ หรือแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูที่จะเกิดขึ้นในอนาคตนั้น จำเป็นจะต้องมีเนื้อหาที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่หลาย ๆ อย่าง เพื่อทำให้เนื้อหาของตัวแผนการจัดการเรียนรู้ มีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่ง ประจวบจิตร คำจัตุรัส (อ้างอิงใน นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2558, น. 29) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 8 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

2.1.1 หัวเรื่อง ประกอบไปด้วย ชื่อวิชา, รหัสวิชา (ถ้ามี), ชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้, ชื่อเรื่อง, และระยะเวลาที่สอน

2.1.2 สาระการเรียนรู้ เป็นการระบุเนื้อหาย่อยของบทเรียน หรือชื่อแผน โดยจะต้องคำนึงถึงความยากและความ ซับซ้อนของเนื้อหาเป็นหลัก ซึ่งเนื้อหาที่มักจะถูกจัดไว้เป็นลำดับแรก ๆ มักจะเป็นเนื้อหาที่ง่ายที่สุด

2.1.3 สาระสำคัญ เป็นการอธิบายเนื้อหาที่สำคัญ และคิดว่าผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้เนื้อหาดังกล่าวได้ ไม่ว่าจะเป็นการใช้สื่อการเรียนรู้ หรือการเรียนรู้โดยอัตโนมัติผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้จัดขึ้นเอง

2.1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้, ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ เป็นการระบุเป้าหมายเชิงพฤติกรรมของผู้เรียน ว่าหลังจากที่ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จนกระทั่งเสร็จสิ้นแล้ว ผู้เรียนจะมีเป้าหมายตามที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ ซึ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ดังกล่าว จะต้องครอบคลุม ทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ และทัศนคติหรือเจตคติ

2.1.5 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับ ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ, ขั้นสอน และขั้นสรุป

2.1.6 สื่อการเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างถูกต้องตามจุดประสงค์ และใช้เวลาในการเรียนรู้ตามเวลาที่กำหนด ไม่ว่าจะเป็น แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน สื่อจำพวกอุปกรณ์ โสตวัสดุ ที่เหมาะสมกับผู้ใช้ และมีความปลอดภัยสูง

2.1.7 การวัดและประเมินผล เป็นการกำหนดสิ่งที่จะวัด โดยยึดถึงจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นหลัก อีกทั้งยังจะต้อง ระบุพฤติกรรมของผู้เรียนที่สอดคล้องระดับคุณภาพ (เช่น ดีเยี่ยม ดี ผ่าน ไม่ผ่าน เป็นต้น) เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการประเมินนักเรียนของครู

2.1.8 บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ในระหว่างที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งโดยส่วนมาก จะบันทึกในสิ่งที่เป็นปัญหา และอุปสรรคที่มีผลต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูได้วางแผน จากนั้น จะทำการวิเคราะห์ปัญหาที่บันทึกนั้น แล้วนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ให้ดียิ่งขึ้น

จากคำกล่าวในเรื่องของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงจะขอนำเสนอการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแบบที่สถานศึกษาได้กำหนด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้.....

ชื่อวิชา..... รหัสวิชา..... ชั้น..... ภาคเรียนที่.....

หน่วยการเรียนรู้ที่..... เรื่อง..... เวลา.....ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....ชื่อแผน..... เวลา.....ชั่วโมง

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (รายวิชาพื้นฐาน) / ผลการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)

(ในกรณีที่เป็นรายวิชาพื้นฐาน จะใส่มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามที่หลักสูตรกำหนด และมีความเหมาะสมกับเรื่องที่ครูจะสอน)

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

(กำหนดเป้าหมายเชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ K ด้านทักษะกระบวนการ P และด้านเจตคติ A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

(กำหนดแนวคิดสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ได้ และเป็นแนวคิดที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตในอนาคต)

4. ทักษะคร่อมวิชา

(ระบุทักษะที่มาจากสาขาวิชาอื่น ๆ และสอดคล้องกับเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้)

5. ความเข้าใจที่คงทน

(กำหนดเนื้อหาที่ผู้เรียนน่าจะแปลความมาจากผลการปฏิบัติในระหว่างที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และเป็นสิ่งที่ผู้เรียนจดจำได้ในระยะยาว)

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

(กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ตามที่หลักสูตรกำหนด ซึ่งมีอยู่ 5 หัวข้อ ดังนี้

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร

6.2 ความสามารถในการคิด

6.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

6.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี)

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

(กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามที่หลักสูตรกำหนด ซึ่งมีอยู่ 8 หัวข้อ ดังนี้

7.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

7.2 ซื่อสัตย์สุจริต

7.3 มีวินัย

7.4 ใฝ่เรียนรู้

7.5 อยู่อย่างพอเพียง

7.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

7.7 รักความเป็นไทย

7.8 มีจิตสาธารณะ)

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

(กำหนดงานมอบหมายที่ครูจะมอบให้นักเรียนได้ปฏิบัติ หรือหลักฐานการเรียนรู้สำคัญที่ผู้สอนจะได้รับจากผู้เรียน หลังจากที่กิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น)

9. การวัดและประเมินผล

(กำหนดหัวข้อที่จะประเมินหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ แบ่งระดับคุณภาพ และอธิบายพฤติกรรมผู้เรียนที่เหมาะสมกับหัวข้อการประเมิน และจุดประสงค์การเรียนรู้ในข้อนั้น)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ปรับปรุง

10. กระบวนการ/กิจกรรมการเรียนรู้

(กำหนดกระบวนการของกิจกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียด ซึ่งลักษณะและขั้นตอนของกิจกรรม จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้นั้น เช่น ถ้าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน หรือ 5E ก็จะมีขั้นตอน 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นเร้าความสนใจ ขั้นสำรวจ ขั้นสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน เป็นต้น)

11. สื่อการเรียนรู้

(กำหนดวัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่น่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาตามที่สาระสำคัญหรือความเข้าใจที่คงทนกำหนดได้ดีขึ้น)

12. นวัตกรรมการเรียนรู้

(อธิบายสิ่งที่พัฒนาขึ้น สิ่งที่เปลี่ยนแปลง หรือข้อแตกต่างจากการสอนแบบปกติ)

13. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

(บันทึกการบรรลุจุดประสงค์ของผู้เรียน, ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้)

14. ข้อนิเทศ/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

(ข้อเสนอแนะ จากหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ และผู้บริหารสถานศึกษา)

3. กิจกรรมเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้เป็นฐาน เป็นหนึ่งในนวัตกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ของมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เสริมสร้างและพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นผ่านการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง และเป็นการพิสูจน์ให้ผู้เรียนได้เห็นว่า เนื้อหาของบทเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำ หรืออาจเป็นเรื่องรอบตัวที่กำลังจะเกิดขึ้นไม่ช้าก็เร็ว สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นหนึ่งในวรรณกรรมที่สำคัญของงานวิจัย ผู้วิจัยจึงขอเสนอองค์ประกอบที่สำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีดังต่อไปนี้

3.1 ความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

วิไลวรรณ พงษ์ชุบ (2553, น. 16) ได้อธิบายความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาว่า ในศตวรรษที่ 20 จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักการศึกษาชาวอเมริกัน ซึ่งเป็นผู้คิดค้นวิธีสอนแบบแก้ปัญหา เสนอแนวคิดว่า การเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วยตนเอง (Learning by doing) จากแนวคิดดังกล่าว ได้นำไปสู่แนวคิดในการสอนรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ก็มีรากฐานความคิดมาจากดิวอี้ และมีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of health sciences) ของมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster) ที่ประเทศแคนาดา เริ่มจากปลายปี ค.ศ.1950 โดยนำมาใช้ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาแพทย์ และเวลาต่อมา ได้ขยายไปยังสาขาอื่น ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ นิติศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น จนกระทั่งมาถึงปัจจุบัน ได้มีการขยายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปสู่ระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษามากขึ้น

3.2 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

จันทร์เพ็ญ พวงสมบัติ (2553, น. 25) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ว่า เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ไปศึกษาหาความรู้ ทักษะและวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ร่วมกันอภิปราย และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่

จันทิมา สำนักโนน (2551, น. 22-23) ได้อธิบายว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นกระบวนการสร้างความรู้จากการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ที่น่าสนใจ มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยปัญหาจะเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำมาจัดกระทำเป็นองค์ความรู้ที่จำเป็นหรือเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล

ไพลิน สว่างเมฆารัตน์ (2552, น. 44) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาจากสถานการณ์จริงเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะใฝ่หาความรู้เพื่อแก้ปัญหา โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ การทำงานร่วมกันเป็นทีม และลดบทบาทของครูผู้สอนจากผู้ถ่ายทอดความรู้มาเป็นพี่เลี้ยงหรือผู้อำนวยความสะดวก

สรพงษ์ สมสอน (2546, น. 20) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหา และหมั่นศึกษาหาความรู้ที่เป็นประโยชน์เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นด้วยตนเอง

วงเดือน วงษ์พันธ์ (2551, น. 15) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา และได้ความรู้ในสาขาวิชาที่ตนเองกำลังศึกษาอยู่ด้วย

Hilary A. Pinter (2017, p. 25) ได้ให้คำนิยามของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า “เป็นวิธีการสอนที่เน้นกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด เพื่อสาธิต พิสูจน์ และทดลองในเชิงลึกเกี่ยวกับความรู้ซึ่งเป็นข้อค้นพบใหม่ แล้วนำไปใช้ประโยชน์ในการทำให้ปัญหาคลี่คลายลงตาม

จุดประสงค์การเรียนรู้ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยที่ครูผู้สอนจะต้องไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดความกังวลใจ หรือแสดงความรู้สึกด้านลบใด ๆ ก็ตามที่อาจส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเหล่านั้น”

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ครูผู้สอนจะนำปัญหาในชีวิตประจำวันหรือประเด็นทางสังคมต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสนใจ มากระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด และประสบการณ์จากการเรียนรู้ที่ผ่านมาของตัวผู้เรียน เพื่อใช้ในการสร้างข้อสรุปหรือหาคำตอบของปัญหา โดยผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม การสืบเสาะหาความรู้ การอภิปรายข้อมูลและการวิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กล่าวคือ ผู้เรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น ส่วนครูผู้สอนเปลี่ยนหน้าที่จากผู้บรรยายถ่ายทอดความรู้ มาเป็นผู้สนับสนุน ส่งเสริม แนะนำ สร้างแรงบันดาลใจ และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้ การทำงานเป็นกลุ่ม และการสื่อสารกับบุคคลอื่น ๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีพในอนาคต เช่น ทักษะการสืบค้น ทักษะชีวิต ทักษะการสื่อสาร ทักษะการจัดระบบข้อมูล ทักษะการคิดขั้นสูง และทักษะการใช้เทคโนโลยี

3.3 จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548, น. 77-80) ได้อธิบายถึง จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความใฝ่เรียนรู้ หมั่นแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ ด้วยตนเอง

2. เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และใช้ความรู้เดิมที่ตนเองมี กับความรู้ใหม่จากกิจกรรมการเรียนรู้ มาใช้ในการแก้ปัญหาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3. ปรับปรุงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง และเพิ่มพูนความรู้จากบทเรียนที่ตนเองได้ศึกษา เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

4. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ได้แก่ การสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล และการทำงานเป็นหมู่คณะ

จิราภรณ์ แม็คกลาเดอรี่ (2555, น. 9) ได้อธิบายถึงจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนมากขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2. มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถประเมินตนเอง จากการที่ครูผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

3. มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหามากกว่าการเรียนเพื่อการสอบ

4. มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกเผชิญสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นได้

5. มุ่งเน้นการผสมผสานการเรียนทั้งด้านทฤษฎีและการปฏิบัติ

6. มุ่งเน้นการเตรียมการสำหรับการศึกษาต่อเนื่องในอนาคต

Patricia A. Weigand (2015, pp. 31-34) ได้อธิบายจุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาความรู้ ไม่ว่าจะเป็นความรู้เดิม หรือความรู้ใหม่ที่ค้นพบในกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งทักษะที่จำเป็นในระหว่างการแก้ปัญหา

2. เพื่อฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนหมุนเวียนหน้าที่กัน และเรียนรู้ศักยภาพในการทำงานของผู้เรียนแต่ละคนที่อยู่ภายในกลุ่มเดียวกัน

3. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาสื่อ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งเป็นทรัพยากรการเรียนรู้ได้อย่างอิสระปลอดภัย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีจุดมุ่งหมายในการฝึกฝนให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์และมีความหมายต่อตัวผู้เรียน ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การประเมิน และการวิพากษ์วิจารณ์ ผ่านกิจกรรมการอภิปรายกลุ่ม มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนในด้านของทักษะการเรียนรู้ ทักษะ

ชีวิต และทักษะการใช้เทคโนโลยี และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิดอย่างมีเหตุผล มีความรอบคอบ และตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือ

3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

อุมาพร ชัยปรีชา (2554, น. 15-16) ได้เสนอทฤษฎีที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังต่อไปนี้

1. คอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) หรือ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piajet และ Vygotsky ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึมซับประสบการณ์ และเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมจนพัฒนามาเป็นความรู้ใหม่ นอกจากนี้ ยังมีทฤษฎีของผู้อื่นเข้ามาสนับสนุน นั่นคือ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า การค้นพบองค์ความรู้ใหม่ผ่านการสืบเสาะ เป็นหนึ่งในตัวแปรที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมจากความรู้ใหม่ได้ และวิเคราะห์ปัญหาอย่างถูกต้อง ผู้เรียนจะเห็นคุณค่าของความรู้ที่ตนได้ค้นพบ ฉะนั้น จะเห็นว่า ทฤษฎีดังกล่าวสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเริ่มจากการที่ผู้เรียนนั้น ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่จากนั้น นำมาผนวกกับความรู้เดิม เพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา อย่างถูกต้องเหมาะสม

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) เชื่อกันว่า การเรียนรู้ของมนุษย์จะมีการพัฒนามากขึ้น ตามอายุและวุฒิภาวะของมนุษย์ สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้เป็นฐาน พัฒนาการด้านการเรียนรู้ถือว่า เป็นสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหาเช่นเดียวกัน เพราะถ้าผู้เรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ของตนมากขึ้น ก็จะยิ่งได้ทางเลือกหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย และสามารถตัดสินใจได้ว่าปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญอยู่นั้น ทางเลือกใดที่เหมาะสม และมีความแม่นยำในการแก้ปัญหามากที่สุด ฉะนั้น ผู้วิจัย จึงขอเสนอพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ทั้งหมด 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

ด้านที่ 1 อัตมโนทัศน์ (Self-concept) เมื่อมนุษย์เติบโตขึ้น ก็ยิ่งมีความต้องการมากขึ้น จนทำให้ตนเองเกิดความรู้สึกที่จะอยากควบคุมความต้องการเหล่านั้นด้วยตนเอง

ด้านที่ 2 ประสบการณ์ (Experience) บุคคลที่มีอายุมากขึ้น ยิ่งจะเผชิญหน้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ มากขึ้น จนนำมาเก็บเกี่ยวเป็นประสบการณ์ และประสบการณ์ของมนุษย์นั้น ถือว่า เป็นทรัพยากรการเรียนรู้ที่สำคัญมากที่สุด

ด้านที่ 3 ความพร้อม (Readiness) ผู้ใหญ่มีความต้องการที่จะเรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง และเป็นแนวทางหรือแบบแผนในการดำเนินชีวิตในสังคมอย่างสงบสุข

ด้านที่ 4 แนวโน้มต่อการเรียนรู้ (Orientation to Learning) ทุกสิ่งที่มีผลต่อมนุษย์เราเมื่อเราเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ไม่ว่าจะเป็น สภาพทางสังคม สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม หรือเทคโนโลยี ล้วนแล้วแต่เป็นที่มาของปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวเราทั้งสิ้น ฉะนั้น ผู้ใหญ่จึงต้องมีการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการแก้ปัญหา

สุวรรณา วงษ์วิเชียร (2553, น. 14-16) ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่สำคัญเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นต่อเมื่อสมองของคนเรา มีกระบวนการสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กระตุ้นแล้ว นำมาทำความเข้าใจ รวมทั้งจะต้องนำมาสร้างเป็นความรู้ หรือมโนภาพ ดังนั้น ระบบการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะต้องเข้าไปมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว เช่น ครูผู้สอน แหล่งเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากที่จะช่วยแนะแนวทางการคิดให้กับผู้เรียน นอกจากนี้ การสร้างความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จะทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง

2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมนุษยนิยม (Humanism) กล่าวว่า ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเห็นประโยชน์ของการเรียน ฉะนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะยึดแนวคิดดังกล่าว โดยการนำความรู้จากบทเรียนเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน และเหมาะสมกับความถนัดหรือความสนใจของผู้เรียน ด้วยเหตุที่ว่า แรงจูงใจของนักเรียน เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญต่อทักษะการเรียนรู้ ฉะนั้น การที่ครูผู้สอนจะจัดประสบการณ์การเรียนรู้ หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ ครูผู้สอนควรจะอธิบายถึงการนำความรู้ของบทเรียน ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน หรือพิสูจน์ให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ของบทเรียน เพื่อที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา มีดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึง การเสริมสร้างสติปัญญาของผู้เรียน จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกเพื่อซึมซับประสบการณ์ในการเรียนรู้ การสืบเสาะหาความรู้ จัดระบบข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ประเมินข้อมูลด้วยตนเอง และนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ แล้วคิดหากระบวนการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึง การเรียนรู้ของผู้ที่มีวุฒิภาวะสูง เนื่องจาก ความต้องการที่จะควบคุมตนเองมากขึ้น การเผชิญหน้ากับสถานการณ์ในหลากหลายรูปแบบ มีการกำหนดเป้าหมายในการดำเนินชีวิต และปัจจัยทางสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี

3. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมนุษยนิยม (Humanism) ได้อธิบายว่า ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจและเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ หากผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาแต่ละบทเรียน หรือครูจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่สอดคล้องกับความถนัด หรือความสนใจของผู้เรียน ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เหมาะสมกับผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นคุณค่า เกิดการซึมซับประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ และเกิดพัฒนาการด้านทักษะหรือความสามารถที่จำเป็นต่อผู้เรียนในอนาคต

3.5 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

วงเดือน วงษ์พันธ์ (2551, น. 16-18) ได้กล่าวถึง ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ทั้งหมด 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ปัญหา มาเป็นอันดับหนึ่ง ผู้เรียนจะได้รับโจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบพบเจอมาก่อน ก่อนที่จะมีการตั้งคำถามจากโจทย์ปัญหานั้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนไปสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วนำมาใช้ในการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ จนนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างถูกต้องสมบูรณ์ ฉะนั้น กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะไม่มีการบรรยายความรู้พื้นฐานจากครูผู้สอน แต่จะให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

2. เนื้อหาต้องมีการบูรณาการ ปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน จำเป็นจะต้องใช้ความรู้จากหลายสาขาวิชา รวมถึง ความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้น โจทย์ปัญหาที่ดี ควรจะเชื่อมโยงกับความรู้ในสาขาวิชาอื่น ๆ และอยู่ภายในขอบเขตความรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้

3. การเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มย่อย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มของผู้เรียน เพื่อให้ขอบเขตของสิ่งที่ได้เรียนรู้กว้างมากขึ้น และมีความถูกต้องในเชิงเนื้อหามากขึ้น การเรียนรู้แบบอภิปรายกลุ่มย่อยนั้น ถือว่า เป็นการพัฒนาทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การที่จะอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกมานั้น จำเป็นจะต้องมีการคิดอย่างรอบคอบเสียก่อนว่า คำอธิบายนั้น จะมีข้อเท็จจริงใดบ้างมาสนับสนุน, ทักษะการสื่อสาร ในการอภิปรายนั้น ผู้ส่งสารจะต้องนำเสนอข้อมูล ส่วนผู้รับสารจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลจากที่ตนเองได้ฟัง เพื่อแสดงความคิดเห็น หรือให้ข้อมูลย้อนกลับแก้ผู้ส่งสารนั้น, ความเป็นผู้นำและผู้ตาม ผู้เรียนแต่ละคน จะมีการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันทำหน้าที่ เพื่อเรียนรู้การทำงานเป็นทีม ดังนั้น การอภิปรายกลุ่ม นั้น นอกจากจะฝึกการสื่อสาร ความเป็นผู้นำและผู้ตามแล้ว ยังเป็นการจัดระบบของข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และทำให้ผู้เรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน

4. เป็นการการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีกระบวนการดังต่อไปนี้

4.1 กำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม

4.2 ระบุแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

4.3 กำหนดวิธีการศึกษาหาความรู้

4.4 ประเมินผลจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

Christopher A. Glenn (2014, pp. 15-16) ได้กล่าวถึง ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังต่อไปนี้

1. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นรากฐานของหลักสูตรการศึกษา

2. มีการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนตลอดกิจกรรมกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายตามที่ผู้สอนกำหนด

3. เลือกที่จะนำปรากฏการณ์ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในบริบทของโลกมาใช้ในการกำหนดปัญหาของกิจกรรมการเรียนรู้ และปัญหาดังกล่าว มักจะเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Ill Structure Problem) หรือปัญหาที่มีความซับซ้อน

4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินทั้งตนเอง และผู้เรียนอื่น อีกทั้งยังสามารถที่จะให้ข้อมูลย้อนกลับ หรือสิ่งที่สะท้อนออกมาจากตัวผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้

5. นำความรู้หรือข้อค้นพบใหม่ที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง มาใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. มีการแลกเปลี่ยนมโนทัศน์ มุมมอง ความคิดเห็น และวิจารณญาณระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

7. เกิดการถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งระหว่าง ผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้นต้องมีการบูรณาการกับเนื้อหาในสาขาวิชาอื่น ๆ ยิ่งถ้าสาขาวิชานั้น เป็นสาขาวิชาที่ตรงกับความถนัด และความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนก็จะแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ออกมาได้โดยปราศจากความหวาดกลัวที่จะทำในสิ่งที่ผิด แต่ทั้งนี้ ปัญหาที่กำหนดขึ้นมา ควรจะคำนึงถึงศักยภาพในตัวผู้เรียนด้วย เพราะถ้าหากปัญหามีความยากเกินไป ผู้เรียนอาจจะเกิดความเครียดหรือถูกกดดัน จนเกิดเป็นปัญหาทางสภาพจิตใจของผู้เรียน

2. ควรจะมีการอภิปรายกลุ่ม เนื่องจากการแก้ปัญหา หรือการค้นหาข้อสรุปของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีความซับซ้อน จะต้องมีการนำความรู้ที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือ และสอดคล้องกับปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม โดยผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ผู้เรียนได้สืบค้นและจัดระบบมานั้นมีประโยชน์ในการแก้ปัญหามากน้อยเพียงได้ ฉะนั้นการอภิปรายกลุ่ม จึงเป็นการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนได้แนวคิดที่เหมือนกัน

3. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้เรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ตนเองเกิดพัฒนาการทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นซึมซับประสบการณ์จากกิจกรรมโดยตรงและสร้างแนวคิดที่คงทน อนึ่งครูผู้สอนจะต้องดูแลนักเรียน ให้คำแนะนำส่งเสริม สร้างแรงบันดาลใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดแสวงหาความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนเอง

4. ในการประเมินนั้น นอกจากครูจะประเมินผู้เรียนตามจุดประสงค์ที่ครูได้กำหนดแล้ว ครูควรจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินผลงานของผู้เรียนด้วยกันเอง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักการ

แสดงความคิดเห็น โดยใช้หลักของเหตุและผล รวมทั้งฝึกฝนให้ผู้เรียนได้รู้จักการใช้จิตวิทยาในการสื่อสาร เพื่อลดผลกระทบต่อผู้ฟัง และพูดในเชิงบวก เช่น การให้กำลังใจ การแนะนำ หรืออาจเป็นการกระตุ้นให้ผู้ฟังได้คิดทางเลือกอื่น ๆ ที่หลากหลายในการนำเสนอ

5. การแก้ปัญหา ควรจะมีการวางแผนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงการทำงานอย่างเป็นระบบ และเสริมสร้างความสามารถในด้านของกระบวนการคิดขั้นสูง แต่ถ้าหากครูพบว่า การแก้ปัญหาของผู้เรียนยังไม่เหมาะสม หรือคำตอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ครูควรจะเข้าไปให้ความช่วยเหลือ ผู้เรียนเหล่านั้น เพื่อไม่ให้การต่อยอดความรู้ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูล ไปจนถึงการดำเนินการแก้ปัญหา เกิดความคลาดเคลื่อน

3.6 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

อลิศรา ศรีสร้อย (2554, น. 21) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหา

ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และเกิดแรงจูงใจในการศึกษาหาคำตอบของปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

แบ่งกลุ่มผู้เรียน และให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหา โดยการอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น สถานการณ์ให้อะไรมา สถานการณ์ต้องการอะไร เงื่อนไขในการหาคำตอบคืออะไร ความรู้ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหามีอะไรบ้าง ขั้นตอนการแก้ปัญหาใดบ้าง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้เรียนแต่ละคนกำหนดเนื้อหา แนวคิด หรือความรู้ที่ต้องการไปสืบค้น และดำเนินการสืบค้นด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้สืบค้นมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นนำความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมารวมกัน เพื่อสร้างข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่

ขั้นตอนที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ผ่านการสังเคราะห์ มาดำเนินการแก้ไขปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ เมื่อได้คำตอบแล้ว ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของคำตอบ จากนั้น นำผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาไปอภิปรายร่วมกันผู้เรียนกลุ่มอื่นอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน

ผู้เรียนนำเสนอผลงาน หรือ ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหา จากการอภิปรายของนักเรียนทุกกลุ่มในชั้นเรียน จากนั้น ประเมินผลงานว่า ความรู้ที่ใช้แก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ครูผู้สอน

กำหนดเพียงใด ขั้นตอนในการแก้ปัญหาเหมาะสมหรือไม่ และคำตอบของปัญหา มีลักษณะเป็นอย่างไร

เสาวรัตน์ คำอ่อน (2555, น. 17-18) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหา

ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และมีความสนใจที่จะหาคำตอบ ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวนี้ อาจมาจากปัญหาของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน หรือประเด็นทางสังคม

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา

ผู้เรียนจะต้องระดมสมองเพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และมีส่วนร่วมในการอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น ขั้นตอนการแก้ปัญหา ความรู้ที่เกี่ยวข้อง โดยการนำเสนอเป็นผังความคิด

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้เรียนแต่ละคนดำเนินการศึกษาหาความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปัญหา จากนั้น นำมาวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา โดยการสรุปเป็นเนื้อหาสำคัญ

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

นำความรู้ที่ผู้เรียนได้สืบค้น มาอภิปรายหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับนักเรียนในกลุ่ม โดยต่างคนต่างนำเสนอความรู้ที่ตนเองได้ค้นพบ และรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นผู้ฟัง เพื่อทำให้เนื้อหามีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ ครูผู้สอนจะต้องมีการแนะนำนักเรียนอย่างใกล้ชิด เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา และเป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคม

ขั้นตอนที่ 5 สรุปและประเมินคำตอบ

ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ไขปัญหา โดยยึดตามแบบแผนที่ได้กำหนดในขั้น "วิเคราะหปัญหา" หลังจากที่ได้คำตอบแล้ว จะนำไปอภิปรายร่วมกับผู้เรียนอื่นในกลุ่มย่อย เพื่อประเมินคำตอบของปัญหาร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอผลงาน

ผู้เรียนนำเสนอผลงานหรือผลการแก้ไขปัญหา ตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย รวมถึง ประเมินผลและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานที่ผู้เรียนนั้นได้นำเสนอ

เหรียญทอง สุดสังข์ (2550, น. 40) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหา โดยใช้ความรู้พื้นฐาน หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

2. กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหา หรือข้อมูลที่สำคัญ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. กลุ่มผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับปัญหา

4. ตั้งสมมติฐานที่สมเหตุสมผลกับปัญหา และเรียงลำดับความสำคัญของสมมติฐานเหล่านั้น

5. กลุ่มผู้เรียนกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดแนวทางในการสืบค้นข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

6. ผู้เรียนค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

7. นำข้อมูลที่ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้า มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และจัดระบบเป็นสารสนเทศ หรือนำมาร่วมอภิปรายกับผู้เรียนอื่น เพื่อสร้างข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ที่มีความสำคัญในการแก้ปัญหา

จิราภรณ์ แม็คกลาเดอรรี่ (2555, น. 19) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ผู้เรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนด

ขั้นตอนที่ 2 ค้นคว้าข้อมูล

ผู้เรียนร่วมกันกำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทั้งความรู้เดิมที่ตนเองมี ความรู้ใหม่ที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม และวิธีการให้มาซึ่งความรู้เหล่านั้น

ขั้นตอนที่ 3 สร้างทางเลือกและวิธีการแก้ปัญหา

นำความรู้ทั้งหมดมาใช้เป็นตัวกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละทางเลือกที่ได้กำหนดมา

ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา

อธิบายชื่อของปัญหาที่ผู้เรียนกำหนด ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ทางเลือกในการแก้ปัญหา ขั้นตอนของทางเลือกในการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหาให้ครูผู้สอนและผู้เรียนอื่นฟัง

ขั้นตอนที่ 5 อภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้

ผู้เรียนร่วมกันระบุหรืออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มผู้เรียนที่ได้นำเสนอ รวมถึงประเมินและให้ข้อเสนอเกี่ยวกับผลการแก้ไขปัญหานั้นด้วยคำพูดและภาษาที่เหมาะสม และส่งผลกระทบต่อผู้เรียนที่ฟังน้อยที่สุด

ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีอยู่ทั้งหมด 10 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหา

ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เกี่ยวข้องกับความรู้ ความสนใจของผู้เรียน และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้กำหนด

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

ผู้เรียนอ่านเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด และสรุปเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 สำรวจประเด็นที่เป็นปัญหา

ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์โดยสรุป และอธิบายประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นของข้อสรุปนั้น

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ปัญหา

ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์ทั้งหมด หรือเนื้อหาของสถานการณ์โดยสรุป แล้วระบุสิ่งที่สถานการณ์ให้มา โดยการทำเป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ชื่อของตัวแปร ความหมายของตัวแปร ปริมาณของตัวแปร และหน่วยของตัวแปร

ขั้นตอนที่ 5 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้เรียนวางแผน และดำเนินการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของสถานการณ์ และประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ จากนั้นนำข้อมูลที่สืบค้นมาใช้ในการตั้งสมมติฐานของปัญหา หลังจากที่ตั้งสมมติฐานแล้ว จะนำข้อมูลที่ผ่านการสืบค้น มาอภิปรายเพื่อวิเคราะห์สาระสำคัญ

ขั้นตอนที่ 6 สังเคราะห์ความรู้

ผู้เรียนนำความรู้ที่ผ่านการวิเคราะห์ มาใช้การสร้างความรู้ใหม่ โดยอาจระบุเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ หรือนำความรู้มาใช้ในการระบุความสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ ที่แตกต่างกับข้อมูลทางทฤษฎี ซึ่งความรู้ใหม่ดังกล่าวนี้ จะเป็นข้อมูลที่ผ่านการสังเคราะห์

ขั้นตอนที่ 7 หาทางแก้ปัญหา

ผู้เรียนนำความรู้ที่ผ่านการวิเคราะห์ และข้อมูลที่ผ่านการสังเคราะห์ มาใช้ในการออกแบบ วางแผน และสร้างกระบวนการแก้ปัญหา หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 8 ดำเนินการแก้ปัญหา

ผู้เรียนดำเนินการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ตามแผนการที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนหาทางแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 9 นำเสนอผลงาน

ผู้เรียนออกมานำเสนอผลการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ โดยการนำเสนอในหัวข้อตามลำดับดังนี้

9.1 เนื้อหาของสถานการณ์โดยสรุป

9.2 ประเด็นหรือหัวข้อของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ

9.3 แนวคิดสำคัญ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และข้อมูลที่ผ่านการสังเคราะห์

9.4 กระบวนการสร้างข้อสรุป พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหา

9.5 ข้อสรุปของสถานการณ์ หรือคำตอบของปัญหา

ขั้นตอนที่ 10 อภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้

ผู้เรียนจะอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้รับ เช่น ความรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับ ความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่มีต่อกิจกรรม

3.7 การวางแผนและการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ไม่ว่าจะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใด ๆ ก็ตาม หากครูผู้สอนมีการเตรียมการมาเป็นอย่างดี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก็จะมีความราบรื่น ไม่ติดขัด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก็จะประสบความสำเร็จ และผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ และนำสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีลักษณะการวางแผนแบบเฉพาะซึ่งต่างจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ซึ่ง วีระ เตโช (2549, น. 61-66) ได้อธิบายถึงการวางแผนหรือการเตรียมการของครูผู้สอน ก่อนที่จะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังต่อไปนี้

1. วางแผนการจัดแบ่งเนื้อหาการเรียน การจัดแบ่งเนื้อหาการเรียน ขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ของผู้สอน ในการกำหนดมโนทัศน์หลัก และวัตถุประสงค์ที่จะนำไปสร้างสถานการณ์ในการเรียนรู้ดังกล่าว มีหลักการดังต่อไปนี้

1.1 มโนทัศน์หลัก คือ ความคิดที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล หรือความคิดย่อย ๆ เข้าไว้เป็นกลุ่มหรือหมวดหมู่ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของคำอธิบาย หรือภาพเคลื่อนไหว ดังนั้น การกำหนดปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรจะต้องกำหนดมโนทัศน์หลักให้ถูกต้องชัดเจน เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า ต้องการจะให้ผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องใด

1.2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง เป้าหมายการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามความต้องการของครูผู้สอน ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้นั้น มีจุดมุ่งหมาย 3 ข้อ ดังต่อไปนี้

1.2.1 กำหนดขอบเขตการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านเนื้อหา และชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ครูผู้สอนได้กำหนดเท่านั้น

1.2.2 เป็นแนวทางหรือกรอบแนวคิดในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และสื่อที่ใช้ประกอบกับกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.3 เพื่อกำหนดเกณฑ์การประเมินผู้เรียน โดยยึดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ครูผู้สอนมักจะกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ก่อนที่จะให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา เพราะเชื่อว่า ถ้าผู้เรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ ผู้เรียนจะมีแนวทางในการศึกษาที่แน่นอน และระบุได้ว่าเรื่องใดที่ตนเองต้องรู้ แต่ก็ไม่ใช่ว่า จะใช้ได้กับกิจกรรมการเรียนรู้ได้ทุกรูปแบบ โดยเฉพาะกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการกับสาขาวิชาอื่น ปัญหาจะมีความซับซ้อนมาก และครูผู้สอนบางคน ออก

จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ไม่ครอบคลุมหรือสอดคล้องกับปัญหา ถ้าครูผู้สอนไม่ได้ทดลองแก้ปัญหาด้วยตนเองมาก่อน ฉะนั้น ในการศึกษาปัจจุบันที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ควรจะให้ผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์ด้วยตนเอง หลังจากที่ได้เรียนรู้มโนทัศน์ตามที่ครูผู้สอนกำหนดแล้ว ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์ดังกล่าวนั้นควรจะสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

2. การระบุสถานการณ์ปัญหา การกำหนดปัญหา ถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากปัญหา เป็นตัวผลักดันให้ผู้เรียนนั้นได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งขั้นตอนในการระบุสถานการณ์ปัญหา มีอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ศึกษาแนวทางในการสร้างปัญหา และการพิจารณาปัญหาที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 แนวทางในการสร้างปัญหา

อาภรณ์ แสงรัศมี (2543, น.29) ได้นำเสนอแนวทางในการสร้างข้อคำถาม หรือปัญหา ที่มีประสิทธิภาพ โดยยึดหลัก 7 ประการ ดังนี้

1) เนื้อหาของปัญหา ควรมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของผู้เรียน

2) มีแนวทางที่หลากหลายในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเพิ่มเติมรายละเอียด หรือสืบเสาะหาข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

3) นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตหรือวิชาชีพของผู้เรียนในอนาคต

4) ปัญหาควรจะครอบคลุมมโนทัศน์พื้นฐาน และมโนทัศน์ดังกล่าว ควรจะอาศัยเทคนิคในการอธิบายที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง

5) ปัญหาที่กำหนดขึ้น ควรจะสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างประเด็นในการเรียน และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

6) ปัญหาควรจะมีการสร้างคุณค่าในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยสนับสนุนการอภิปรายกลุ่มย่อย และการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาในหลายวิธี

7) ปัญหาควรจะส่งเสริมการระบุประเด็นการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของครูผู้สอน

สตินสัน และมิลเตอร์ (อ้างอิงใน วีระ เตโช, 2549, น. 64) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยคำนึงถึง

1) ความเชื่อมโยงกับความรู้องค์รวม ไม่แบ่งแยกตามสาขาวิชา

2) ความสอดคล้องกับการประกอบอาชีพในอนาคต

3) ความซับซ้อนในเชิงโครงสร้าง

4) ความทันสมัยของปัญหา

2.2 ลักษณะของปัญหาที่เหมาะสม

ยุวดี ฤาชา (อ้างอิงใน วีระ เตโช, 2549, น. 65) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ดีและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางไว้ดังนี้

1) เป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในการดำเนินชีวิตของมนุษย์

2) ปัญหาที่นำไปสู่การเรียนรู้ด้วยวิธีแก้ปัญหา กล่าวคือ เป็นเนื้อหาหรือเรื่องราวที่ชักจูงให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ข้อมูล จำแนกลักษณะของปัญหา ตั้งสมมติฐาน และกำหนดความต้องการอื่นๆ ที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหานั้น

3) ปัญหาที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียน

4) ปัญหาที่ผู้เรียนสามารถคิดตัดสินใจทางเลือกได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และนำไปสู่การแก้ปัญหา

5) เนื้อหาของปัญหาควรจะมีความกะทัดรัด ให้ความหมายชัดเจน และมีส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อความที่ช่วยกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียน

6) ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ในการแก้ไข

7) ปัญหาควรจะครอบคลุมทั้งเนื้อหาของบทเรียน และเนื้อหาหรือความรู้องค์รวมจากสาขาวิชาอื่น

8) เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง หรือเป็นประเด็นที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้

กัลแลนเจอร์ และคณะ (อ้างอิงใน วีระ เตโช, 2549, น. 63) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา ดังต่อไปนี้

1) ปัญหาที่จะต้องใช้ข้อมูลเพิ่มเติมเป็นแนวทางในการหาคำตอบ

2) มีวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง หลากหลายวิธี

3) คำตอบจากวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี แตกต่างกัน

อัลเลน และคณะ (อ้างอิงใน วีระ เตโช, 2549, น. 63) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา ดังต่อไปนี้

1) ปัญหาทางสภาพแวดล้อมที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับปัญหานั้น และนำมาใช้ในแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

2) เป็นคำถามปลายเปิด และท้าทายให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น

3) ปัญหาที่ก่อให้เกิดการโต้แย้ง หรือต้องการอภิปราย

4) มีความยากที่เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน

Nurullizam Jamiat (2018, p. 11) ได้อธิบายว่า ลักษณะของปัญหาที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับผู้เรียนทุกระดับชั้น ทุกสาขาวิชา ควรจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) เป็นปัญหาที่เหมาะสมกับความรู้และความสามารถของผู้เรียน
2) เนื้อความของปัญหาจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้
3) มีแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
4) ไม่ควรเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนมากเกินไป

3. การวางแผนการอภิปราย ในขั้นตอนนี้ ผู้สอนจะต้องเตรียมการไว้ว่า ในแต่ละปัญหาที่สร้างขึ้นมานั้น ต้องการที่จะให้ผู้เรียนอภิปรายในประเด็นเนื้อหาใดบ้าง โดยการสร้างคำถามกระตุ้น เพื่อตรวจสอบว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามประเด็นที่ครูผู้สอนต้องการหรือไม่ ซึ่งการกำหนดแผนการอภิปรายในชั้นเรียน ครูผู้สอนจะต้องวางแผนตามตารางที่ 2.2 ซึ่งกำหนดไว้ด้านล่าง

ตารางที่ 2.2 ตารางประกอบกับการวางแผนการอภิปราย

ปัญหา (Problem)	**คำถามกระตุ้น (Discussion Question)**	**ประเด็นการเรียน (Learning Issue)**
ปัญหาที่ 1	คำถามกระตุ้นที่ 1	ประเด็นที่ 1
		ประเด็นที่ 2
	คำถามกระตุ้นที่ 2	ประเด็นที่ 1
		ประเด็นที่ 2
		ประเด็นที่ 3

4. การกำหนดแหล่งเรียนรู้ สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ในสิ่งที่ต้องการ และนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นจะต้องจัดหาแหล่งเรียนรู้ เพียงแต่สนับสนุนหรือชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 แหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคล หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาเรื่องนั้น หรือผู้ที่มีทักษะพิเศษในการถ่ายถอดข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือให้แก่ผู้อื่นได้

4.2 แหล่งวัสดุ อุปกรณ์การเรียน หมายถึง ตำราเรียน เอกสาร สถานที่ เครื่องมือเครื่องใช้ อินเตอร์เน็ต ห้องปฏิบัติการ หรือแหล่งเรียนรู้ใด ๆ ก็ตามที่ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และจะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงในการศึกษาข้อมูล และการรวบรวมข้อมูลด้วย

ในบางกรณีที่ชั้นเรียนหรือสถานที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ มีข้อจำกัด เช่น สถานที่ขาดแหล่งเรียนรู้ที่จำเป็น หรือ ต้องศึกษาหาความรู้จากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สถานที่ในการทำกิจกรรม ครูผู้สอนสามารถนำสื่อการเรียนรู้ ที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียนชนิดต่าง ๆ มารวมไว้ที่เดียวกัน เพื่อที่ครูผู้สอนจะสามารถดูแลผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง อีกทั้งยังเป็นการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ตามศักยภาพของตน

5. วางแผนระเบียบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การประเมินเพียงแต่ความรู้อย่างเดียว อาจไม่สามารถวัดศักยภาพของผู้เรียนออกมาได้ทั้งหมด เนื่องจากว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน เช่น บางคนสามารถจดจำเนื้อหาได้ดี แต่ไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม หรือบางคนสามารถปฏิบัติกิจกรรมจากการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ดี แต่เรียนรู้เนื้อหาได้ค่อนข้างช้า นี่จึงเป็นเหตุผลที่ว่า ระดับผลการเรียนซึ่งวัดมาจากการสอบวัดความรู้ ไม่ได้บ่งบอกถึงศักยภาพของผู้เรียนอย่างแท้จริง ฉะนั้น ในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยขอเสนอรูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ประเมินความก้าวหน้า หมายถึง การประเมินผู้เรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรม หรือเรียนในอีกแบบหนึ่งว่า “การประเมินตามสภาพจริง” โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาพฤติกรรมของนักเรียน จากการเปรียบเทียบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของครูผู้สอนเป็นหลัก เช่น จุดประสงค์การเรียนรู้คือ เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลของพลังงานความร้อน และอภิปรายกับผู้อื่น เพื่อที่จะสร้างเป็นข้อมูลสำคัญในการแก้ปัญหา และผลการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนคือ นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลของพลังงานความร้อน สรุปเนื้อหาที่สืบค้นมาด้วยตนเอง แต่ไม่ได้นำไปอภิปรายร่วมกับผู้เรียนอื่น แสดงว่าผู้เรียนยังไม่มีความ ก้าวหน้าในการเรียนรู้ เนื่องจากพฤติกรรมของผู้เรียนดังกล่าว ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ ครูผู้สอนนั่นเอง

5.2 การประเมินผลสรุป เป็นการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน ทั้งในด้านการเรียนรู้เนื้อหา (พุทธิพิสัย) การแสดงความรู้สึก (จิตพิสัย) และ การปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหว (ทักษะพิสัย) หลังจากการเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน หรือในแต่ละครั้ง โดยที่ครูผู้สอนจำเป็นจะต้องบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม และนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินตามที่ครูผู้สอนกำหนด เพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทันที

3.8 บทบาทของผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

3.8.1 บทบาทของผู้สอน

อำพร ไตรภัทร (2549, น. 119-120) ได้อธิบายถึงบทบาทของครูผู้สอนโดยสรุป ซึ่งมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

1) เป็นผู้คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากค้นหาความรู้ในการคิดแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น โดยมีการใช้วิธีตั้งคำถามที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ว่า คำตอบคืออะไร ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มา มีความสำคัญอย่างไร ข้อมูลใดมีความสัมพันธ์กัน และผู้เรียนจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประเมินวิธีแก้ปัญหาที่ผู้เรียนกำหนดมาเองได้หรือไม่ ผู้สอนควรพยายามที่จะไม่ให้ความสนใจกับคำตอบที่ผู้เรียนตอบผิด ในขณะเดียวกันก็พยายามใช้คำถามชักจูงให้ผู้เรียนหันกลับมาสู่ประเด็นหรือข้อมูลที่ถูกต้อง คำถามที่ผู้สอนใช้กระตุ้นผู้เรียน ควรพยายามใช้คำถามที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้นมาโดยตรง แต่ควรพยายามมองหาคำตอบที่ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน มาเกลาคำพูดใหม่ให้มีความชัดเจนและตรงประเด็นมากขึ้น ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถาม หรือสร้างประเด็นได้ ผู้สอนอาจมีการแนะนำบ้างเล็กน้อย

2) แนะนำเอกสารทางวิชาการหรือหนังสือที่ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบที่ต้องการได้ เช่น แนะนำว่าข้อมูลที่ต้องใช้ในประเด็นประเด็นหนึ่ง ที่สามารถนำมาอภิปรายได้ มาจากหนังสือเรื่องใด บทที่เท่าไร หรือผู้สอนอาจทำสื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ที่สามารถให้ความรู้ที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้เรียนตั้งขึ้นมาได้ และกระตุ้นหรือแนะนำให้ผู้เรียนได้ใช้สื่อการเรียนรู้นั้น เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่อไป

3) ในขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการอภิปรายกลุ่ม ผู้สอนควรจะคอยกำกับดูแลให้ผู้เรียนทุกคนในกลุ่ม ได้แสดงความรู้ที่ตนเองได้สืบค้นมา ภายในเวลาที่ผู้สอนกำหนด พยายามดึงหัวข้อการอภิปรายกลับเข้าสู่ประเด็นหลักของปัญหา กระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหาข้อมูลในการอภิปราย รวมถึงมีบทบาทในการอภิปรายร่วมกันผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม แต่ในบางครั้ง คำอธิบายของนักเรียนอาจยังไม่ถูกต้องตามทฤษฎี หรือไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้สอน ผู้สอนควรหลีกเลี่ยงที่จะตำหนิผู้เรียน เพราะมิเช่นนั้น ผู้เรียนก็จะเกิดความเกรงกลัวในการพูด และไม่กล้าที่จะแสดงออกด้วยวิธีการสื่อสาร แต่ควรจะอธิบายถึงประโยชน์และคุณค่าของการสื่อสาร เพื่อสร้างความมั่นในให้กับผู้เรียน รวมถึง ใช้หลักของจิตวิทยาในการใช้คำพูดเพื่อให้ผู้เรียน ได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม โดยไม่ให้เกิดผลกระทบกับผู้เรียน

โสภา โคตรสมบัติ (2554, น. 50) ได้เสนอถึงบทบาทของครูผู้สอน ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา ซึ่งมีเนื้อหาโดยสังเขป ดังต่อไปนี้

1) เป็นผู้อำนวยความสะดวกในกิจกรรมการเรียนรู้ และคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือมีความต้องการที่จะศึกษาหาความรู้

2) จัดประสบการณ์เรียนรู้ที่เอื้อต่อการให้ผู้เรียนแสวงหาวามรู้ได้ด้วยตนเอง รวมถึงสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ และทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายกว่าการศึกษาจากตำรา

3) ให้ความรู้ทางอ้อมให้ผู้เรียน หรือ คำอธิบายที่ไม่ใช่คำตอบโดยตรง แต่เป็นคำอธิบายที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างลึกซึ้ง

4) ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดด้วยตนเอง และหลีกเลี่ยงการใช้คำถามที่มีเนื้อหาซับซ้อน

5) ให้กำลังใจผู้เรียน หรือเสริมแรงเพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญหรือคุณค่าของการแสวงหาความรู้

6) ฝึกฝนทักษะการสื่อสารในด้านของการถ่ายทอดความรู้ พยายามใช้เทคนิคที่หลากหลาย ในการอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ อีกทั้งยังทำให้ความรู้ของผู้เรียนเกิดความคงทน

Valerie L. Herndon (2016, p. 11) ได้อธิบายถึง บทบาทของผู้สอน ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1) ผู้อำนวยความสะดวก ผู้ฝึกงาน

2) สนับสนุนการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

3) นำเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียน

4) มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียน

5) ประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปบทบาทของครูผู้สอนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังต่อไปนี้

1) ครูผู้สอนควรจะกระตุ้นผู้เรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการทำความเข้าใจกับปัญหา วิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา หรือการแก้ปัญหา และพึงหลีกเลี่ยงปัญหาที่ซับซ้อน หรือยากเกินความสามารถของผู้เรียน ตัวอย่างวิธีการกระตุ้นผู้เรียน เช่น การใช้คำถามในชีวิตประจำวันหรือการอธิบายโดยอ้อม การแสดงท่าทางที่ผู้เรียสามารถตีความหมายออกมาเป็นแนวคิดได้ การสร้างเส้นทางเดินเรื่อง โดยเริ่มต้นจากครูถามคำถามที่ง่ายที่สุด เมื่อผู้เรียนตอบได้แล้ว ก็จะใช้คำถามใหม่ โดยจะเพิ่มระดับความยากขอคำถามอีก โดยคำถามใหม่นั้น ครูผู้สอนจะต้องแน่ใจว่า ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่ผู้เรียนได้ตอบไป และความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ มาตอบคำถามได้

2) ครูผู้สอน ควรจะอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ทั้งในเรื่องของการทำสภาพแวดล้อมให้เป็นแหล่งเรียนรู้ ใช้เทคนิคการสื่อสารที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย ให้คำปรึกษาหรือแนะนำผู้เรียนในการทำกิจกรรมบางขั้นตอน และการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่า การเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน

3) ครูผู้สอนควรจะใช้หลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการสื่อสารกับผู้เรียน พูดโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม สร้างขวัญกำลังใจ โดยที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะทางจิตใจของผู้เรียน และพึงที่จะหลีกเลี่ยงการใช้วิธีการลงโทษกับผู้เรียน เพราะผู้เรียนอาจกลัว จนไม่กล้าที่จะแสดงพฤติกรรมออกมา

4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นหลักซึ่งครูผู้สอนจะต้องทำการ ศึกษา วิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล รู้จักบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียน และ

คิดแสวงหาลักษณะของกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนเหล่านั้น เพื่อที่จะให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้ในเนื้อหาเดียวกัน และเนื้อหานั้น จะพัฒนาไปเป็นแนวคิดที่คงทน

5) พยายามเอาใจใส่ผู้เรียนที่มีปัญหาเป็นพิเศษ เช่น เรียนรู้เนื้อหาช้า ไม่ตั้งใจเรียน อ่านหนังสือไม่ออก หรือไม่ค่อยพูดค่อยจา โดยการกำกับดูแล ให้ความช่วยเหลือ มีการเสริมแรง หรือกระทำการใด ๆ ก็ตาม ที่ทำให้ผู้เรียนนั้นรู้สึกว่า ครูยังห่วงใยเขา และเขาจะไว้วางใจครู และเปิดใจที่จะพูดคุยกับครูหรือผู้อื่นได้มากขึ้น

3.8.2 บทบาทของผู้เรียน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 323) ได้กล่าวถึง บทบาทของผู้เรียนในระหว่างที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังต่อไปนี้

1) ควรศึกษาหาความรู้ที่เป็นประโยชน์ และเหมาะสมกับปัญหา

2) มีส่วนร่วมในการทำงานเป็นกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสาร หรือการทำหน้าที่ในฐานะของผู้นำและผู้ตามที่ดี

3) มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายจากครูผู้สอนและผู้เรียนที่เป็นเพื่อนร่วมงาน และมีความพยายามที่จะทำให้งานดังกล่าวประสบความสำเร็จ

4) ฝึกฝนทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ และเป็นพื้นฐานในการทำงานในอนาคต เช่น การสืบค้นข้อมูล การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การใช้เทคโนโลยีอย่างถูกต้องเหมาะสม การสื่อสาร การจัดกระทำข้อมูล เป็นต้น

Valerie L. Herndon (2016, p. 11) ได้อธิบาย บทบาทของผู้เรียน ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังต่อไปนี้

1) เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น

2) สืบค้นข้อมูล หรือข้อสนเทศที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3) มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้กับเพื่อนร่วมงาน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ให้คำแนะนำ หรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขผลงาน

4) และเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียน

5) ถ่ายทอดความรู้ แบ่งปันประสบการณ์ให้ผู้เรียนอื่นด้วยวิธีการสื่อสาร

3.9 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

พฤติกรรมและผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ถือว่าเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้กำหนด แต่เนื่องด้วยความแตกต่างระหว่างผู้เรียน เทคนิคการสอนหรือเทคนิคในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดียว จึงไม่สามารถทำให้ผู้เรียนทุกคนเข้าใจ หรือแสดงพฤติกรรมที่อาจบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของครูได้ ฉะนั้น ในการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องมีวิเคราะห์ผู้เรียน เตรียมการสอนและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มาก่อนเสมอ อีกทั้งยังต้องใช้เทคนิควิธีในจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลากหลายรูปแบบ ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งเทคนิคการจัดกิจกรรมของครูดังกล่าวนั้น สายันต์ ขอนสัก (2552, น.25-26) ได้กล่าวโดยสรุปว่า

1. การกำหนดเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ควรเกี่ยวข้องเรื่องราวในชีวิตประจำวัน เรื่องใกล้ตัว เป็นรูปธรรม ทันต่อเหตุการณ์ หรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

2. ปัญหาที่สร้างขึ้น ควรเป็นปัญหาเชิงบูรณาการ ซึ่งหมายถึง ปัญหาที่เชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาในหลาย ๆ สาขาวิชา รวมทั้งต้อง เป็นปัญหาที่มีความท้าทาย น่าสนใจ และสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น

3. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอข้อคำถามของปัญหา ซึ่งอาจทำเป็นผังความคิดหน้าชั้นเรียน และให้ผู้เรียนออกมาระบุ เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้รับทราบ

4. เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ดังนั้น การจัดกลุ่มนักเรียน ถือว่าเป็นอีกเรื่องหนึ่ง ที่ครูผู้สอนควรจะให้ความสนใจเป็นพิเศษ สำหรับการแบ่งกลุ่มผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนจะต้องทำการ ศึกษาข้อมูลของผู้เรียนก่อนในเบื้องต้น จากนั้น จึงทำการแบ่งกลุ่ม โดยกำหนดให้ผู้เรียนที่เป็นเพศต่างกัน และความสามารถต่างกัน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือกัน

5. ควรมีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่ม พร้อมทั้งมีการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนหน้าที่กัน เพื่อฝึกทักษะชีวิตในด้านของความเป็นผู้นำ และความเป็นผู้ตาม ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการดำเนินชีวิตในอนาคต

6. เนื้อหาบางประเภท อาจมีความยากหรือซับซ้อนเกินไป และไม่เหมาะสมกับความรู้ความสนใจ ความถนัด อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้ ในกิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรม ครูผู้สอนจึงควรที่จะเข้าไปช่วยเหลือ โดยการอธิบายเพิ่มเติมให้ผู้เรียนเข้าใจ ประกอบกับการใช้คำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

7. ควรจัดแบ่งระยะเวลาให้เหมาะสมกับความยากของเนื้อหา ความซับซ้อนของปัญหา ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา และความรู้ประจำสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกิจกรรมการเรียนรู้

8. ครูผู้สอนควรจะจัดสื่อการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนรู้ ประสบการเรียนรู้ หรือแหล่งเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลของผู้เรียน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมด้วย

9. แหล่งเรียนรู้ที่ครูกำหนด ควรจะมีข้อมูลที่เหมาะสมกับประเด็นการเรียนรู้ในหลาย ๆ ประเด็น อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสม

10. กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนนั้น ได้เชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับปัญหา อีกทั้งยังต้องมีการศึกษาหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหานั้น ฉะนั้น ครูผู้สอนควรจะปรึกษาคณะผู้บริหารโรงเรียน คณะครู

ผู้ปกครอง รวมทั้งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาทุกฝ่าย เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในวางแผน และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่น กล่าวคือ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนทุกคนที่ตนได้สอน

11. ควรมีการบันทึกผลการสังเกตนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนที่ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ครูกำหนด หรือวิเคราะห์หาข้อจำกัดของผู้เรียนในองค์รวม เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งถัดไป

3.10 การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูผู้สอนจะคอบกำกับดูแลและช่วยเหลือผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา และเนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนจะเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง ครูจึงสามารถบันทึกพฤติกรรม และสามารถประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ โดยยึดตามวัตถุประสงค์ของครูเป็นหลัก รวมถึงหลักการในการประเมิน ซึ่ง ชัยพฤกษ์ กุสุมาพรรณโญ และไวกูณฐ์ สถาปนาวัตร (2547, น. 70-75) ได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้

1.1 กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการประเมิน

1.2 พิจารณาขอบเขต เกณฑ์ วิธีการ และสิ่งที่จะประเมิน เช่น ประเมินพัฒนาการด้านการนำเสนอความรู้ จะต้องกำหนดจุดประสงค์ให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ เจตคติ และทักษะ

1.3 กำหนดผู้ที่จะประเมิน รวมถึงประเด็นการประเมินที่จะต้องครอบคลุมทุกจุดประสงค์ของกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ใช้เทคนิคและเครื่องมือในการประเมินที่หลากหลาย โดยต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและวัตถุประสงค์รายวิชา และเกณฑ์การประเมินที่ครูผู้สอนได้กำหนด ซึ่งตัวอย่างของเทคนิคการประเมินดังกล่าวได้แก่ การใช้แบบทดสอบ การสัมภาษณ์ ใช้วิธีบันทึกพฤติกรรมผู้เรียนจากการสังเกต เป็นต้น

1.5 กำหนดระยะเวลา และสถานที่ในการประเมิน เช่น ประเมินผู้เรียนในระหว่างที่ทำกิจกรรม ประเมินผู้เรียนหลังกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ประเมินผู้เรียนก่อนกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม เป็นต้น

1.6 กำหนดเกณฑ์การประเมินหรือประเด็นการประเมินให้ชัดเจน โดยยึดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนกำหนดเป็นหลัก และเครื่องมือในการวัดประเมินผลที่เหมาะสมกับเกณฑ์การประเมินเป็นหลัง

1.7 สรุปผลการประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนที่ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ หรือผู้เรียนที่มีปัญหาในด้านอื่น ๆ เช่น พฤติกรรม เจตคติ เพื่อนำผลวิเคราะห์มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งถัดไป

2. หลักในการประเมินผลการเรียนรู้ จะต้องประเมินผู้เรียนให้ครอบพฤติกรรมต่าง ๆ ที่แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เช่น ความรู้ ทักษะ เจตคติ เป็นต้น รวมถึงช่วงเวลาในการประเมิน จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ดำเนินกิจกรรม และช่วงหลังจากที่ดำเนินกิจกรรมเสร็จสิ้น

3. ลักษณะการประเมิน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น นอกจากจะประเมินผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนกำหนดแล้ว ยังต้องมีการประเมินกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มควบคู่ไปด้วย เนื่องจาก ปัญหาหรือข้อคำถามในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความซับซ้อน จึงต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษในหลาย ๆ ด้าน

4. ครูควรจะให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและผู้เรียนคนอื่น ๆ โดยใช้คำพูดและภาษาที่เหมาะสม และอธิบายในเชิงแสดงความคิดเห็นที่ทำให้ผู้ถูกประเมินได้คิดวิเคราะห์เพิ่มเติม ซึ่งวิธีการที่ผู้เรียนได้ประเมินผู้เรียนด้วยกันเองนั้น จะทำให้ผู้เรียนได้ทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของตนโดยที่ปราศจากความเกรงกลัว และมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง และทั้งนี้ ประเด็นในการประเมินควรจะอยู่ในขอบเขตของครูผู้สอน ฉะนั้น ครูผู้สอนจึงต้องคอยกำกับดูแลผู้เรียนในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังประเมินตนเองด้วย

5. การออกแบบเครื่องมือประเมินที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรจะยึดถึงความตรงเป็นหลัก กล่าวคือ เป็นเครื่องมือการประเมินผลที่วัดความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยรวม เช่น ประเมินความรู้ ประเมินทักษะ ประเมินเจตคติ ได้แม่นยำมากที่สุด เพราะผลการประเมินของผู้เรียน มีความจำเป็นในการศึกษาต่อ และการปฏิบัติทางวิชาชีพในอนาคต อีกทั้งเครื่องมือในการประเมินควรจะมีความเที่ยง หรือเป็นเครื่องมือที่วัดผู้เรียนอย่างซ้ำ ๆ ต่อเนื่อง และได้ผลการประเมินที่เหมือนกันทุกครั้ง

6. วิธีการประเมินผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรจะสังเกตและประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของกิจกรรม จนกระทั่งช่วงสุดท้ายของกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน ในกรณีที่พบนักเรียนที่มีปัญหา ให้ครูผู้สอนหยุดการกิจกรรมการเรียนรู้นั้นก่อนเวลาจริง และใช้เวลาที่เหลือในการพูดคุยกับผู้เรียน พร้อมทั้งรายงานผลการประเมินให้ผู้เรียนได้รับทราบ และหาวิธีดำเนินแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนนั้นโดยเร็วที่สุด

3.11 ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ปัญหา สืบเสาะหาความรู้ จัดระบบข้อมูล อภิปรายกลุ่ม วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และนำเสนอผลการแก้ปัญหา ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ซึ่งจะเห็นว่า ผู้เรียนนั้น มีการฝึกฝนทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการทำงานเป็นกลุ่ม การสื่อสาร กระบวนการคิดขั้นสูง หรือการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้น ที่ผู้เรียนทุกคนสามารถนำไปพัฒนาให้เกิดความชำนาญได้ หากมีการฝึกฝนเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ จิราภรณ์ แม็คกลาเดอร์รี่ (2555, น. 22) ยังได้กล่าวถึง

ประโยชน์อื่น ๆ ที่ผู้เรียนจะได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ นอกเหนือจากทักษะในการดำรงชีวิต ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีความหมาย เนื่องจากได้รับประสบการณ์เรียนรู้ จากการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในชีวิตจริง

2. ฝึกฝนให้ผู้เรียนได้รู้จักการสืบเสาะเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม อีกทั้งยังได้รับความรู้ที่ถูกต้องน่าเชื่อถือมากขึ้น จากการร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้เรียนอื่น

3. จากการที่ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง และเรียนรู้สภาพแวดล้อมในชั้นเรียน ผู้เรียนจะสามารถสร้างความเข้าใจที่ตนเองได้สัมผัส และพัฒนาไปเป็นความรู้ที่อยู่คงทน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการดำเนินชีวิตในอนาคต

4. ผู้เรียนมีความกล้าที่จะแสดงออกด้วยวิธีการสื่อสารมากขึ้น จากการทำงานร่วมกับผู้เรียนหลายประเภท และฝึกฝนความเป็นผู้นำและผู้ตาม จากการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนหน้าที่ภายในกลุ่ม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะชีวิต สามารถปรับตัวและทำงานกับผู้อื่นได้ดี

5. กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย อีกทั้งรูปแบบของปัญหาที่มีลักษณะเชิงคำถามปลายเปิดเกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม จึงทำให้ผู้เรียนมีความกล้าที่จะแสดงออก และเกิดความสนใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมที่จะปฏิบัติหน้าที่ที่ตนเองได้รับอย่างสุดความสามารถ

6. ปัญหาที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นนั้น มาจากการศึกษาความสนใจและความถนัดของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และนำมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่ครูผู้สอนกำหนด ฉะนั้น ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะสามารถจูงใจให้ผู้เรียนสงสัย และต้องการที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง และยิ่งถ้าหากเป็นผู้เรียนที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกัน ผู้เรียนเหล่านั้น จะเกิดทักษะการสื่อสารที่ดี เนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจ ฝึกฝนการพูดการฟัง และมีความรู้ในองค์รวมที่มาจากการสร้างความเข้าใจร่วมกันของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสนใจในสิ่งเดียวกัน

7. ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มตั้งแต่ ใช้ความรู้เดิมของตนในการวิเคราะห์ปัญหา ระบุข้อมูลที่อยากจะเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา นำมาความรู้ที่ค้นพบ มาใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาร่วมกับความรู้เดิม นำเสนอผลการแก้ไขปัญหา ไปจนถึงการอภิปรายในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งลำดับการเรียนรู้ดังที่ได้กล่าวมานั้น จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับแนวทางในการแก้ปัญหาในหลาย ๆ รูปแบบที่เขาอาจประสบพบเจอในอนาคต ยิ่งถ้ามีการฝึกปฏิบัติบ่อยครั้ง ผู้เรียนจะสามารถแก้ไขปัญหาด้วยตนเองอย่างอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแก้ไขปัญหา มีอยู่มากมายหลายรูปแบบ ตามสถานการณ์ที่มนุษย์ประสบพบเจอ แต่หนึ่งในวิธีที่ผู้วิจัย เชื่อว่า น่าจะส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้รู้จักกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน สร้างทางเลือกที่หลากหลาย และรู้จักการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุและผล นั่นคือ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็ได้มีนักวิจัย ที่ได้กล่าวถึง หรือให้นิยามเกี่ยวกับ ความหมายของคำว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่แตกต่างกันไปดังนี้

จรียารัตน์ ใช้ช้าง (2556, น. 35) ได้อธิบายว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา ในการทำความเข้าใจกับปัญหา แล้วนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตนมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีเหตุผล รวมถึงการใช้วิจารณญาณในการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน จนนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหา นั่นคือ คำตอบที่มีความถูกต้องเหมาะสม

ศศิธร เจียมโคกสูง (2552, น. 24-25) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความสามารถทางสมองในการดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ การจินตนาการ การเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์ การพิจารณา และการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ

ฐิติยา ดวงจิต (2555, น. 33-34) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการใช้สติปัญญา และทักษะสำคัญในการดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนตั้งแต่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์ และการสร้างข้อสรุป

พลกฤต โกฏิกุล (2555, น. 28) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการหาคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่แปลกใหม่ โดยอาจวัดจากผลงานของผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรม หรือผลสอบก่อนเรียน/หลังเรียนของผู้เรียนก็ได้

ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความสามารถทางสติปัญญา ในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ตั้งแต่การทำความเข้าใจกับปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา และการดำเนินแก้ปัญหาเพื่อสร้างข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหา โดยอาศัยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

4.2 ลักษณะของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

โดยปกติแล้ว การแก้ปัญหา จะต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูง รวมถึงอาศัยประสบการณ์จากการเรียนรู้ มาช่วยในการทำให้ปัญหาที่ตนเองกำลังพบเจอคลี่คลายลง แต่สำหรับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาสติปัญญา จะต้องมีลักษณะหรือวิธีการคิดที่เฉพาะเจาะจงดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย
2. ทางเลือกในการแก้ไขปัญหา มักจะมีอยู่หลากหลายวิธี แต่ผู้ที่แก้ไขปัญหาจะต้องเลือกเพียงหนึ่งวิธีที่ดีที่สุด โดยยึดตามความสามารถ ความรู้ ความสนใจ และความถนัดของตนเอง
3. ก่อนที่จะดำเนินการแก้ปัญหา จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาเสียก่อน
4. หากผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะมีสติปัญญาที่ดีขึ้น
5. การแก้ปัญหา ต้องมีการวิพากษ์วิจารณ์ รับฟังความคิดเห็นของผู้ฟัง เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของวิธีแก้ปัญหา และความถูกต้องของคำตอบ

นอกจากนี้ Daniell DiFrancesca (2015, pp. 12-17) ยังได้เสนอถึง หลักในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน และ หลักในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน ไว้ดังต่อไปนี้

ปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน (Well-Structure Problem) หมายถึง ปัญหาที่มีข้อมูลเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน และเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน มีหลักการดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการกับเป้าหมาย (Means-ends Analysis) เป็นการระบุความแตกต่างระหว่าง สิ่งที่กำหนด กับ สิ่งที่ต้องการ แล้วหากระบวนการที่กำจัดความแตกต่างนั้น
2. เทคนิคเป้าหมายรอง (Sub-Goaling) แยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย แล้วเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาย่อยเหล่านั้น
3. ผลิตและวัดผล (Generate and Test) คัดเลือกกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ แล้วประเมินถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหานั้น

ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (Ill-Structure Problem) หมายถึง ปัญหาที่มีข้อมูลคลุมเครือ ไม่ข้อความ ประโยค หรือวลีที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ และมักจะเป็นปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน มีหลักการ หรือกระบวนการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. การแทนปัญหา (Problem Representation) เป็นการระบุ อธิบาย หรือแสดงถึงข้อมูลของปัญหา การจำกัดบริบท ขอบเขตของความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง และโครงสร้างของความรู้ที่เกี่ยวข้อง แล้วพิจารณาผลของการแทนปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. สร้างกระบวนการแก้ปัญหา (Developing Solution) เป็นการนำความรู้มาเชื่อมโยงกับปัญหา จากนั้น พิจารณาถึงข้อจำกัดของปัญหา และสิ่งที่ปัญหาต้องการ เพื่อนำไปสร้างเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

3. ทำการอ้างเหตุผล (Making Justifications) เป็นการยืนยันกระบวนการแก้ปัญหาที่พิจารณาหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้ ด้วยพยานหลักฐานต่าง ๆ ที่สอดคล้องกัน

4. ตรวจสอบและประเมิน (Monitoring and Evaluations) เป็นการตรวจสอบและพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาอย่างไตร่ตรอง ว่ามีส่วนใดที่ผิดพลาด ก่อนที่จะมีการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการแก้ปัญหานั้น และนำไปสู่ความสำเร็จของการแก้ปัญหา

4.3 กระบวนการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ดังที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปข้างต้นแล้วว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอ ตัวอย่างขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากคำกล่าวของนักวิจัยทางด้านการศึกษา ซึ่งมีดังต่อไปนี้

ภักคิณี จีนามูล (2555, น. 30) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา: บอกปัญหาที่สำคัญภายใต้ขอบเขตของสถานการณ์

2. ตั้งสมมติฐาน: ระบุสาเหตุของปัญหาที่เป็นจริง และมีความเป็นไปได้ในการแสวงหาคำตอบ

3. ทดสอบสมมติฐาน: กำหนดแนวทางการทดสอบสมมติฐาน หรือแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และเหมาะสมกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. สรุปผล: นำเสนอผลการแก้ปัญหา ได้แก่ สถานการณ์ ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา การดำเนินการ อธิบายคำตอบ

Benjamin W. Emihowich (2017, pp. 15-17) ได้กล่าวถึง กระบวนการในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การแทนปัญหา (Representing) เป็นการสร้างสมมติฐานที่มีองค์ความรู้เดิม หรือแนวคิดส่วนบุคคลเป็นฐาน

2. การวางแผนและตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา (Planning and Monitoring) เป็นการเลือกกระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการลองผิดลองถูก หรือ นำกระบวนการแก้ปัญหาที่เคยได้ใช้มาแล้ว

ครั้งก่อน ในการประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการแก้ปัญหานั้น

3. การดำเนินการ (Executing) คือ การนำกระบวนการแก้ปัญหาที่ผ่านการตรวจสอบประสิทธิภาพแล้ว มาใช้ในการแก้ปัญหาที่อยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้

4. กำกับตนเอง (Self-Regulating) คือ การนำความรู้ที่ผ่านการประมวลเป็นข้อสนเทศผนวกกับกระบวนการแก้ปัญหา ในการที่จะบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหา

Ilghelich Nadimi (2012, pp. 58-60) ได้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. สังเกต (Observation) คือ การสำรวจเนื้อหาของสถานการณ์ ที่น่าจะเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น

2. ระบุปัญหา (Problem Definition) คือ การทำให้ข้อความปัญหาที่พบจากการสังเกตสถานการณ์ มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการทำให้เป็นประโยคคำถาม หรือการสร้างข้อความที่กะทัดรัด ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เป็นต้น

3. สร้างแบบจำลอง (Model Construction) คือ การสืบค้นเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องแล้วประมวลออกมาเป็นแบบจำลองทางความคิด ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญต่อการแก้ปัญหา

4. สร้างกระบวนการแก้ปัญหา (Solution) คือ การนำปัญหาและแบบจำลองทางความคิดมาใช้ในการกำหนดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

5. การทำให้สำเร็จ (Implementation) คือ การดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนด จนกระทั้งปัญหาคลี่คลายลง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีอยู่ 5 กระบวนการ ดังต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา: ผู้เรียนพิจารณา และทำความเข้าใจสถานการณ์ที่ตนเองกำลังประสบพบเจอ จากนั้น วิเคราะห์ข้อความในส่วนที่น่าจะเป็นปัญหา พร้อมทั้งระบุปัญหาที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์ปัญหา: ผู้เรียนระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดมาให้ สิ่งที่ปัญหาต้องการ และเนื้อหาความรู้ที่จะต้องใช้ในการแก้ปัญหา

3. ตั้งสมมติฐาน: ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ระบุในขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา มาใช้ในการกำหนดคำตอบของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้

4. วางแผนการแก้ปัญหา: ผู้เรียนนำความรู้ที่ระบุ และสมมติฐานที่ผู้เรียนได้กำหนดมาใช้ในการวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา

5. ดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปผล: ผู้เรียนแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างเคร่งครัด และสรุปคำตอบ โดยพิจารณาจากสิ่งที่ปัญหาต้องการ

4.4 พฤติกรรมบ่งชี้ถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

การแสดงออกของผู้เรียน ครูผู้สอนควรจะให้ความสำคัญ ในการจดบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนเหล่านั้นอยู่เสมอ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมิน การวินิจฉัยผู้เรียนที่เป็นปัญหา หรือใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ที่ช่วยเสริมสร้างพัฒนาการของผู้เรียนให้ขึ้น ยิ่งถ้าหากครูผู้สอนต้องการจะประเมินผู้เรียนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรจะมีความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้เรียน ที่สามารถบ่งบอกครูผู้สอนได้ว่า เป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังที่นักวิจัยทางการศึกษาได้เสนอไว้ดังต่อไปนี้

ฐิติยา ดวงจิต (2555, น. 32-33) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไว้ทั้งหมด 5 ประการ ได้แก่

1. ระบุข้อความที่แสดงถึงปัญหา สาเหตุของปัญหา และจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้
2. เสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และเชื่อมโยงแนวทางดังกล่าวให้เข้ากับปัญหาได้
3. สร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ใช้เหตุผลเชิงข้อเท็จจริงประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม และคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นกับทางเลือกนั้นได้
4. กำหนดขั้นตอนของแนวทางที่เลือก อธิบายสื่อหรือเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในขณะที่ดำเนินการแก้ปัญหา ดำเนินแก้ปัญหาตามขั้นตอน และสรุปผลการแก้ปัญหา หรืออธิบายคำตอบของปัญหา
5. อธิบายวิธีการปรับปรุงผลของการแก้ไขปัญหาให้ไปในทางที่ดี เหมาะสม และเป็นไปได้ในการแสวงหาคำตอบที่ใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้น ระบุข้อจำกัดหรือสาเหตุของขั้นตอนการแก้ปัญหาที่บกพร่อง ดำเนินการปรับปรุงตามขั้นตอน นำเสนอผลการปรับปรุงวิธีแก้ปัญหา และเปรียบเทียบผลการปรับปรุงขั้นตอนการแก้ปัญหากับผลการแก้ปัญหาแบบเดิม

4.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ความสามารถของผู้เรียนนั้น จะเกิดการพัฒนาเมื่อได้รับประสบการณ์เรียนรู้ที่เพียงพอ ซึ่งประสบการณ์ในการเรียนรู้ดังกล่าวนั้น ครูผู้สอนจะต้องศึกษาข้อมูลของผู้เรียนเป็นอย่างดี ก่อนที่จะเชื่อมโยงข้อมูลของนักเรียนให้เข้ากับเนื้อหาที่ครูจะสอนเข้าด้วยกัน เกิดเป็นประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่หลากหลาย และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในเนื้อหาเดียวกันได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่น่าจะเกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนเอง ซึ่งในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยของนำเสนอถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์สิ่งที่ได้อ่าน แล้วทำความเข้าใจกับปัญหานั้น เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่า ควรจะทำอะไรก่อนหลัง เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองในการระลึก และการนำความรู้ทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่จากการค้นพบด้วยตนเองมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่ผู้เรียนนั้นได้อ่านไป

2. ทักษะการแก้ปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน มีอยู่หลากหลายรูปแบบ และมีโครงสร้างที่ซับซ้อน ฉะนั้น การนำปัญหาลักษณะดังกล่าว มาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาได้หลายสาขาวิชา และยังเป็นการสั่งสมประสบการณ์ในการเรียนรู้ในด้านของการแก้ปัญหาด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปปฏิบัติให้เกิดประโยชน์สำหรับวิชาชีพในอนาคต

3. ความสามารถในการใช้เหตุผล เนื่องจากการแก้ปัญหานั้น จะต้องอาศัยการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นความรู้เดิม หรือความรู้ใหม่ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตนเองได้ปฏิบัติ โดยการอธิบายความรู้นั้นประกอบกับการแก้ไขปัญหา เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือจะให้กล่าวในอีกนัยหนึ่งก็คือ การแก้ปัญหา ต้องอาศัยเหตุผล และเหตุผลดังกล่าว หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนนั่นเอง

4. แรงขับ หากครูผู้สอนกำหนดปัญหาที่มีความแปลกใหม่ เป็นที่น่าสนใจของผู้เรียน และมีความซับซ้อน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพยายามที่จะค้นหาคำตอบของปัญหานั้น ซึ่งปัญหาในลักษณะนี้ ถือว่าเป็นปัญหาที่สามารถสร้างแรงขับให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง หรืออาศัยความร่วมมือกับผู้เรียนอื่น ในการแก้ปัญหา โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากครูผู้สอน

5. ความยืดหยุ่น เนื่องจากปัญหาในชีวิตประจำวัน ต้องอาศัยความรู้ในหลายเนื้อหาหลายสาขาวิชา ฉะนั้น ผู้เรียนจึงต้องมีความยืดหยุ่นในทางความคิด กล่าวคือ ไม่ยึดติดกับความรู้เดิมหรือทางเลือกในการแก้ปัญหาทางใดทางหนึ่ง แต่ต้องยอมรับความรู้ใหม่ และสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาใหม่ขึ้นมาหลาย ๆ ทางเลือก เพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

6. ความรู้พื้นฐาน ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ความรู้พื้นฐาน ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดทางเลือก ขั้นตอน แนวทาง และปัญหาของคำตอบของปัญหา แต่ทั้งนี้ ไม่ได้หมายความว่า ผู้เรียนทุกคนที่มีความรู้พื้นฐาน จะสามารถแก้ไขปัญหาได้ เนื่องจาก ความแตกต่างของความสามารถในด้านของการจัดระบบความรู้ของผู้เรียน หากผู้เรียนไม่สามารถจัดระบบความรู้ได้ ก็จะไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ฉะนั้น นอกจากความรู้พื้นฐานแล้ว ผู้เรียนยังจะต้องมีสติปัญญา สามารถจัดระบบความรู้โดยวิเคราะห์ข้อมูลหรือคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่เป็นประโยชน์ แล้วนำมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

7. การอบรมเลี้ยงดู ผู้เรียนที่ถูกเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย มีโอกาสให้ผู้เรียนมีความกล้าที่จะตัดสินใจ และสื่อสารกับบุคคลในหลาย ๆ ประเภท โดยที่ผู้ปกครองไม่ปล่อยปละละเลย หรือเข้มงวดจนเกินไป จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูง

8. ความสามารถของครูผู้สอน การที่ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดในการแก้ปัญหา และครูผู้สอนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดี ก็จะมีผลส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

9. บรรยากาศการเรียนรู้ ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างถูกต้อง และอยู่ในของเขตของเนื้อหาที่ครูผู้สอนกำหนด ถ้าครูผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งมีดังต่อไปนี้

9.1 มีสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยสร้างคุณค่าของบทเรียน และการเรียนรู้ด้วยตนเอง

9.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ จัดระบบความรู้ และสร้างแนวคิดที่คงทนด้วยตนเอง

9.3 ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม และผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันปฏิบัติหน้าที่ เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิตในด้านของการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

9.4 ให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ แล้วกำหนดปัญหา และสร้างข้อสันนิษฐานที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ มีความเป็นไปได้ในการหาคำตอบ

9.5 ฝึกฝนให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลหรือความรู้มาใช้ในการอ้างเหตุผล

4.6 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา ถือว่า เป็นทักษะสำคัญต่อการดำรงชีวิต และการประกอบวิชาชีพที่มนุษย์ทุกคนพึงควรจะมี เพราะว่า มนุษย์เรานั้น ต่างพบเจอกับสถานการณ์ต่าง ๆ มากมาย และในสถานการณ์นั้น ก็ย่อมมีปัญหาเกิดขึ้น ซึ่งเราต้องเป็นผู้คลี่คลายและขจัดปัญหานั้นด้วยตนเอง และความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ควรจะมีการฝึกฝนมาตั้งแต่เด็ก ให้เขาได้เผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหา และหาทางแก้ไขปัญหานั้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ก็เช่นเดียวกัน ครูผู้สอนควรจะฝึกฝนให้ผู้เรียนนั้น ได้แก้ไขปัญหา และปลูกฝังให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อที่จะให้ผู้เรียนนั้นได้เติบโตไปเป็นคนที่มีความรู้ มีคุณธรรม และใช้วิจารณญาณของตนในการตัดสินใจปัญหานั้นอย่างถูกต้องและเด็ดขาด รวมถึงจะต้องดำเนินการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้คำตอบของปัญหามีความสมบูรณ์ และลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา ถือว่าเป็นการทำงานอีกแบบหนึ่ง และการทำงานนั้น จะสำเร็จลุล่วงได้หากเรารู้จักวางแผนหรือกำหนดขั้นตอน อย่างเช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหลักในการทำงานของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และถึงบุคคลทั่วไป ก็ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ไขปัญหา กล่าวคือ ผู้ที่แก้ปัญหา จะยึดขั้นตอนและแนวทางตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก นั่นคือ การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์ผล และการสร้างข้อสรุป ส่งผลให้การดำเนินการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างราบรื่น และสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

จากความสำคัญของการแก้ปัญหาที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยเฉพาะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาอย่างเป็นแบบแผน และครูผู้สอนควรจะส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผ่านการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งก็ได้มีนักวิจัยทางการศึกษา ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

ภักคีณี จีนามูล (2555, น. 28-29) ได้กล่าวถึง หลักในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานว่า

1. ควรจะฝึกฝนให้ผู้เรียนได้ทำงานหรือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เมื่อมีประสบการณ์เรียนรู้มากขึ้น ผู้เรียนจะสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งนี่ถือว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. มีการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนที่มีปัญหาและครูผู้สอนจะได้ช่วยเหลืออย่างถูกวิธี และผู้เรียนจะมีพัฒนาการด้านความสารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

3. ฝึกฝนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล ครูควรจะใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้คิด และฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลมาอธิบายสนับสนุนความคิดนั้น

4. มีการวิพากษ์วิจารณ์ มนุษย์ทุกคน มีความคิดที่แตกต่างกัน และมีวิจารณญาณในแบบที่ต่าง ๆ กัน ฉะนั้น การรับฟังความคิดเห็น หรือรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์ ถือว่า เป็นการส่งเสริมความสามารถด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนในอีกแบบหนึ่ง เพราะยังมีความรู้อีกหลายเรื่องที่เรายังไม่รู้ และการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นั้น เราก็จะได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองไม่รู้อีกด้วย ซึ่งนั่น เป็นผลให้เรามีความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น จากการเรียนรู้จากผู้อื่นนั่นเอง

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการสืบเสาะหาความรู้อยู่เสมอ ครูควรจะจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ให้เป็นแหล่งเรียนรู้ กล่าวคือ มีแหล่งเรียนรู้หรือสื่อการเรียนรู้ครบถ้วน และผู้เรียนทุกคนสามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมภายในห้องเรียน และครูสามารถดูแลช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างทั่วถึง นอกจากนี้ ครูควรจะฝึกให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือ รู้จักวิเคราะห์เนื้อหาที่สำคัญ รู้จักการอภิปรายกลุ่ม รู้จักการสังเคราะห์จากข้อมูลหลายๆ แหล่ง เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และนำความรู้จากการสืบเสาะดังกล่าว ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

พลกฤต โกฏิกุล (2555, น. 30) ได้กล่าวถึงบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนว่า บรรยากาศการเรียนรู้ที่ครูสร้างขึ้น ต้องเป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกถึงความสะดวกสบายในการแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็น ไม่เข้มงวดเกินไปจนทำให้ผู้เรียนเกิดความตึงเครียด เพราะมิเช่นนั้น ผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกเกรงกลัวในการแสดงออก ฉะนั้น ครูผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้และการสื่อสาร และครูต้องใช้จิตวิทยาในการพูดกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนนั้น ครูควรจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งการสืบ

เสาะหาความรู้การอภิปราย การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การวางแผนการทำงาน การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและปลอดภัย นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรที่จะสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกถึงความปลอดภัยในการดำเนินกิจกรรม และควรหลีกเลี่ยงการลงโทษหรือการกระทำการใด ๆ ที่เป็นการกดดันให้ผู้เรียนเกิดความตึงเครียด แต่ครูผู้สอนควรจะให้กำลังใจผู้เรียนใช้จิตวิทยาในการพูดที่เหมาะสม ให้ผู้เรียนได้คิดในทางเลือกอื่น ๆ ที่หลากหลาย รู้จักใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล ประเมินตนเอง วินิจฉัยความผิดพลาด และนำมาใช้ในการกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาแบบอื่น ๆ แล้วความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จะพัฒนาขึ้นโดยอัตโนมัติ

4.7 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือเครื่องมือการวิจัยในวิทยานิพนธ์ของนักวิจัยทางการศึกษา ผู้วิจัยพบว่า

จรียารัตน์ ใช้ช้าง (2556, น. 82) ได้ทำการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยแบบทดสอบประเภทอัตนัยซึ่งจะกำหนดสถานการณ์มาให้ผู้เรียนได้ศึกษา จากนั้น จะให้ผู้เรียนได้เขียนตอบที่แสดงถึงปัญหา สาเหตุของปัญหา แนวทางการแก้ปัญหา และผลที่เกิดขึ้นหลังจากแก้ปัญหานั้น อีกทั้ง ยังระบุเกณฑ์ในการให้คะแนนทั้งหมด 3 เกณฑ์ ดังต่อไปนี้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนสามารถเขียนตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน และตรงประเด็น

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนสามารถเขียนตอนได้ถูกต้อง ตรงประเด็น แต่ไม่ครบถ้วนชัดเจน

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนตอบ

ฐิติยา ดวงจิต (2555, น. 140-144) ได้วัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดย ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมไปพร้อมกับการบันทึกผลในใบกิจกรรม จากนั้น จะให้ผู้เรียนทำข้อสอบประเภทอัตนัยหรือคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งคำถามท้ายกิจกรรมดังกล่าว มีเกณฑ์ในการวัดประเมินผล หรือการให้คะแนนดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยของฐิติยา ดวงจิต ปีพุทธศักราช 2555

ประเด็นการประเมิน	**ลักษณะการเขียนตอบ**	
	ได้ 1 คะแนน	**ไม่ได้คะแนน**
ระบุปัญหา หรือประเด็นที่ต้องการศึกษา	เขียนปัญหาในรูปของประโยคคำถาม	เขียนปัญหาที่ไม่รูปแบบของประโยคคำถาม

ประเด็นการประเมิน	ลักษณะการเขียนตอบ	
	ได้ 1 คะแนน	**ไม่ได้คะแนน**
ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	ระบุเงื่อนไขเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	ระบุเงื่อนไขเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรือระบุเงื่อนไขเพิ่มเติมไม่ถูกต้อง หรือ ไม่สามารถระบุเงื่อนไขเพิ่มเติมได้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ลักษณะการเขียนตอบ	
	ได้ 1 คะแนน	**ไม่ได้คะแนน**
ทบทวนความรู้ หรืออธิบายแนวคิดสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหา	ระบุความรู้ หรือแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุความรู้ หรือแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ครบถ้วน หรือระบุไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถระบุได้
เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	มีรายละเอียดการเขียนตอบที่สอดคล้องกับขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่หลากหลาย 2. กำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสมมติฐานนั้น 3. เลือกมา 1 วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม พร้อมทั้งระบุเหตุผล	มีรายละเอียดการเขียนตอบที่ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนตอนใด ขั้นตอนหนึ่งจาก 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่หลากหลาย 2. กำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสมมติฐานนั้น 3. เลือกมา 1 วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม พร้อมทั้งระบุเหตุผล ยกตัวอย่างเช่น ตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย กำหนดปัญหาที่เหมาะสม แต่เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม หรือไม่ระบุเหตุผลประกอบการเลือก ถือว่า ไม่ได้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	ลักษณะการเขียนตอบ	
	ได้ 1 คะแนน	**ไม่ได้คะแนน**
กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม	กำหนดตัวแปรต้น (สิ่งที่เป็นผลต่อคำตอบ), ตัวแปรตาม (คำตอบที่ปัญหาต้องการ) และตัวแปรควบคุม (สิ่งที่ทำให้คำตอบของปัญหาเกิดความผิดพลาด) ได้ถูกต้อง ครบถ้วน และสอดคล้องกับปัญหาที่กำหนด	กำหนดตัวแปรต้น (สิ่งที่เป็นผลต่อคำตอบ), ตัวแปรตาม (คำตอบที่ปัญหาต้องการ) และตัวแปรควบคุม (สิ่งที่ทำให้คำตอบของปัญหาเกิดความผิดพลาด) ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรือสอดคล้องกับปัญหาที่กำหนด หรือไม่สามารถระบุตัวแปรได้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ลักษณะการเขียนตอบ	
	ได้ 1 คะแนน	**ไม่ได้คะแนน**
กำหนดขั้นตอนการทดลองเพื่อแก้ปัญหา	ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน และคำนึงถึงความสำคัญของปัญหาจากมากไปหาน้อย	ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง	ระบุตารางที่สามารถบันทึกข้อมูลที่สำคัญในการแก้ปัญหา หรือสรุปผลการทดลองได้ครบถ้วน	ข้อมูลในตาราง มีบางข้อมูลที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้
ดำเนินการตามขั้นตอนการทดลองหรือขั้นตอนการแก้ปัญหา	ปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนอย่างเคร่งครัด	ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา
กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินผลการแก้ปัญหา	อธิบายเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับผลของการแก้ปัญหา	อธิบายเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาที่ไม่สอดคล้องกับผลของการแก้ปัญหา
นำผลจากการแก้ปัญหามาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด	นำผลการแก้ปัญหามาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตนได้กำหนด	นำผลการแก้ปัญหาไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของผู้อื่น หรือไม่มีการนำผลการแก้ปัญหาไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ เพื่อ

ประเด็นการประเมิน	ลักษณะการเขียนตอบ	
	ได้ 1 คะแนน	**ไม่ได้คะแนน**
		ตัดสินผลการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ
ระบุระดับคุณภาพของผลการแก้ปัญหา	ตัดสินผลการแก้ปัญหา โดยการนำเสนอเป็นระดับคุณภาพ ซึ่งผ่านการนำผลของการแก้ปัญหามาเปรียบเทียบกับเกณฑ์	ไม่สามารถตัดสินผลการแก้ปัญหาได้ หรือตัดสินผลการแก้ปัญหา โดยที่ไม่ได้นำผลการแก้ปัญหาไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด
วางแผนการแก้ปัญหาใหม่ หากระดับคุณภาพของผลการแก้ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์	วางแผนการแก้ปัญหาใหม่ โดยอาศัยแนวทางจากประสบการณ์ในการดำเนินการแก้ปัญหาที่ผ่านมา	ไม่มีการวางแผนการแก้ปัญหาใหม่ หรือวางแผนการแก้ปัญหาโดยไม่อาศัยแนวทางใด ๆ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ลักษณะการเขียนตอบ	
	ได้ 1 คะแนน	**ไม่ได้คะแนน**
พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหา	มีการพิจารณาขั้นตอนการแก้ไขปัญหาใหม่ ในแต่ละขั้นตอนประเมินความเหมาะสม ก่อนที่จะดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง	ไม่มีการพิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหา

พลกฤต โกฏิกุล (2555, น. 91-92) ภักคีณี จีนามูล (2555, น. 123-132) และ ศศิธร เจียมโคกสูง (2552, น. 110-114) ได้ทำการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งวัดความสามารถที่เป็นองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการระบุปัญหา
2. ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหา
3. ความสามารถในการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหา

ส่วนเนื้อหาในข้อสอบนั้น จะเป็นการกำหนดสถานการณ์มาให้ และให้ผู้เรียนได้ระบุปัญหา หาสาเหตุของปัญหา เสนอแนวทางแก้ปัญหา และสรุปผลจากการแก้ปัญหา โดยเลือกตอบ 1 ใน 4 ตัวเลือก ที่คิดว่า เป็นตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

จากวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไปแล้วข้างต้น พบว่า นักวิจัยส่วนมาก ใช้ข้อสอบแบบปรนัย และเลือกใช้ข้อคำถามที่มีเนื้อหาตามกระบวนการหรือขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจากรายละเอียดของกระบวนการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.4.3 ผู้วิจัย จึงขอนำเสนอ วิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงกระบวนการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัย

<table>
<tr><th>ความสามารถ</th><th>รูปแบบของแบบทดสอบ</th><th>ตัวอย่างแบบทดสอบ</th></tr>
<tr><td>ความสามารถในการระบุปัญหา</td><td>กำหนดสถานการณ์มาให้ และให้ผู้เรียนเลือก 1 ใน 4 ตัวเลือก ที่น่าจะเป็นประเด็นหรือหัวข้อของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ</td><td>1. สถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด
ก. ความสามารถในการทนแรงดันน้ำของเขื่อน
ข. ระดับความสูงของน้ำในแม่น้ำ
ค. พื้นที่หน้าตัดของเขื่อนที่รับแรงดันจากน้ำ
ง. ปริมาตรของเขื่อน</td></tr>
<tr><td>ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา</td><td>กำหนดตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา แล้วให้ผู้เรียนหาสิ่งที่หายไปโดยการศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์แล้วเลือก 1 ใน 4 ตัวเลือก ที่คิดว่าเป็นตัวที่หายไป</td><td>2. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ดังตารางด้านล่าง
<table>
<tr><th>ตัวแปร</th><th>ข้อความใช้แทนความหมายของตัวแปร</th><th>ปริมาณ</th></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ		
		f	ความสามารถในการทนแรงดันน้ำของวัสดุที่ใช้สร้างเขื่อน	[A]
		t	ความกว้างของสันเขื่อน หรือความกว้างของตัวเขื่อน	[B]
		[C]	ความกว้างของแม่น้ำ หรือความยาวของตัวเขื่อน	200 เมตร
		h	D	25 เมตร
		ρ	ความหนาแน่นของน้ำ	[E]

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
		นักเรียนคิดว่า [A], [B], [C], [D] และ [E] หมายถึงอะไร ตามลำดับ ก. 8,000 นิวตัน / ลูกบาศก์เมตร, 10 เมตร, L, ความสูงของเขื่อน, 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ข. 8,000 นิวตัน, 10 เมตร, L, ความสูงของตลิ่ง, 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค. 8,000 นิวตัน / ลูกบาศก์เมตร, 10 เมตร, l, ความสูงของเขื่อน, 1 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 200 นิวตัน, 25 เมตร, l, ความยาวของเขื่อน, 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน	ผู้เรียนนำคำตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ มาใช้ในการเลือก 1 ใน 4 ตัวเลือก ที่เป็นข้อสมมติฐานที่ตรงกับเนื้อหาของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ	3. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ต้องการ ก. ส่วนที่จะต้องรับแรงดันจากน้ำคือส่วนของพื้นที่หน้าตัด หรือด้านกว้าง*ยาว ซึ่งมีพื้นที่ 5,000 ตารางเมตร ข. เขื่อนควรจะระบายน้ำออก เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำสูงเกินกว่า 20 เมตร ค. เขื่อนกั้นแม่น้ำที่สร้างเขื่อนสามารถทนแรงดันน้ำได้สูงสุด $4*10^8$ นิวตัน

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
		ง. ตัวเขื่อนกั้นแม่น้ำ มีปริมาณทั้งหมด $5*10^4$ ลูกบาศก์เมตร
ความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา	กำหนดกระบวนการแก้ปัญหาหรือกระบวนการสร้างข้อสรุปขึ้นมา และให้ผู้เรียนเรียงลำดับกระบวนการที่กำหนด โดยการเลือก 1 ใน 4 ตัวเลือก ที่เป็นกระบวนการที่ถูกต้อง	4. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง A แก้สมการหาระดับความสูงของแม่น้ำ หรือ h จากสมการ $F = \frac{1}{2}\rho g L h^2$ B คำนวณหาปริมาตรของเขื่อนในหน่วยลูกบาศก์เมตร หรือ V โดยใช้สมการ $V = L * t * h$ C คำนวณหาแรงต้านของเขื่อน หรือ F โดยใช้สมการ $F = f * V$

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
		จงเรียงลำดับกระบวนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ให้ถูกต้อง ก. C -> B -> A ข. B -> A -> C ค. C -> A -> B ง. B -> C -> A
ความสามารถในการสรุปผลการแก้ปัญหา	นักเรียนนำผลการวิเคราะห์ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา มาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา และสรุปข้อสรุปของสถานการณ์ โดยใช้คำตอบของปัญหาเป็นแนวทาง	5. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ว่าอย่างไร ก. เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำสูงถึง 10 เมตร ควรจะมีการระบายน้ำออกจากเขื่อนอย่างเร่งด่วน เพื่อไม่ให้เขื่อนกั้นแม่น้ำเกิดการพังทลาย

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
		ข. เขื่อนควรจะเปิดให้ระบายน้ำออก เมื่อระดับน้ำสูงถึง 20 เมตร ค. เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำสูงถึง 20 เมตร ควรจะมีการระบายน้ำออกจากเขื่อนอย่างเร่งด่วน เพื่อไม่ให้เขื่อนกั้นแม่น้ำเกิดการพังทลาย ง. เขื่อนควรจะเปิดให้ระบายน้ำออก เมื่อระดับน้ำสูงถึง 10 เมตร

5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การที่จะตัดสินใจในการกระทำบางอย่างลงไปนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รู้จักใช้เหตุผล และใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพราะมิเช่นนั้น อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจ และส่งผลกระทบต่อร่างกายและจิตใจได้ ยกตัวอย่างเช่น ชายคนหนึ่งตัดสินใจที่จะดัดฟัน โดยเลือกที่จะใช้บริการของผู้ที่ไม่มีใบอนุญาต หรือผู้ให้บริการในราคาถูก โดยที่ไม่มีการคิดไตร่ตรอง หรือไม่ประสบการณ์ และความรู้ทางสังคมมาใช้ในการอ้างเหตุผลประกอบกับการตัดสินใจ จึงส่งผลกระทบทางร่างกาย จะเห็นว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงมีความสำคัญอย่างมาก แต่ก็ยังมีหลายคนที่ยังสงสัย หรือยังไม่ทราบแน่ชัดว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงอะไร ฉะนั้น ในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยขอเสนอคำนิยามหรือความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการสรุปเนื้อหาในงานวิจัยของนักวิจัยการศึกษา ซึ่งมีดังต่อไปนี้

จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า (2549, น. 51) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล สถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ของตนในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ

ฉัตรดาว ขันจันทร์ (2554, น. 30) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีเหตุผล เพื่อตัดสินใจว่า สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ ช่วยให้การตัดสินใจในแต่ละสภาพการณ์เป็นไปอย่างถูกต้อง

นงนาฏ วงค์คำ (2554, น. 20) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นกระบวนการคิดที่ใช้เหตุผล โดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ แล้วนำมาพิจารณา วิเคราะห์สมเหตุสมผล ก่อนตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น อย่างมีเหตุผล ไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนเอง ก่อนที่ตัดสินใจในเรื่องใด ก็จะต้องมีข้อมูลหลักฐานเพียงพอ และสามารถเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองให้เข้ากับผู้อื่นได้ ถ้าผู้นั้นมีเหตุผลที่เหมาะสมถูกต้องกว่า จะเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาข้อมูลความรู้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณคือผู้ที่มีเหตุผล

ประพิศ ปัทมัตย์ (2551, น. 46) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและตรึกตรองอย่างรอบคอบในปัญหา หรือสภาพการณ์ที่ปรากฏ โดยมีหลักฐานที่มีเหตุผลและน่าเชื่อถือมาสนับสนุนยืนยันในการตัดสินใจที่จะเชื่อหรือลงมือกระทำ

Nancy K. Lennon (2014, pp. 27-28) ได้อธิบายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นความสามารถในการคิด การตีความ การวิเคราะห์ การประเมิน การสรุปสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งอย่าง

ไตร่ตรองและมีเหตุผล เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจว่า สิ่งใดที่ควรเชื่อ สิ่งใดที่ควรทำ พร้อมทั้งอ้างอิงพยานหลักฐานเชิงมโนทัศน์ ระเบียบวิธี และบริบทของแนวคิด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผล ความรู้ ประสบการณ์ และพยานหลักฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งที่ต้องการคำตัดสิน เพื่อพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ว่าสถานการณ์ที่ตนเองกำลังพบเจออยู่ มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด แล้วสร้างข้อสรุปของสถานการณ์เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง

5.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีการกระทำหลากหลายรูปแบบ ที่บ่งชี้ว่าเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการกระทำดังกล่าว เป็นองค์ประกอบย่อยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และได้มีนักวิจัยทางการศึกษา ได้ออกมากล่าวถึง องค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดย จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า (2549, น. 55-56) ได้กล่าวว่า ความสามารถที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบ่งออกเป็น 5 ความสามารถ ดังต่อไปนี้

1. การสรุปอ้างอิง หมายถึง การพิจารณาข้อสรุปจากสิ่งที่ค้นพบ หรือข้อเท็จจริงที่กำหนดว่ามีสิ่งใดที่ยังขาดความน่าเชื่อถือ แล้วหาข้อมูลเชิงประจักษ์ หลักฐานการเรียนรู้ต่าง ๆ มาสนับสนุนข้อความที่ยังขาดความน่าเชื่อถือนั้น

2. การระบุข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง การพิจารณาข้อความ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง และพิจารณาในส่วนที่น่าจะนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเงื่อนไขที่สอดคล้องกัน

3. การนิรนัย หมายถึง การอธิบายข้อเท็จจริง จากสิ่งที่ค้นพบ หรือจากข้อมูลเชิงหลักการและเชิงทฤษฎี เช่น ในทฤษฎีกล่าวว่า "ดาวเคราะห์ทุกดวงในระบบสุริยะ โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี" จะสามารถนิรนัยได้ว่า "โลก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ก็โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี" เป็นต้น

4. การตีความ หมายถึง การพิจารณาความสมเหตุสมผลระหว่างข้อมูลที่ระบุขึ้นมาจากความเข้าใจของบุคคล กับสถานการณ์ที่บุคคลนั้นประสบพบเจอ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปจากสถานการณ์นั้น

5. การประเมินข้อโต้แย้ง หมายถึง การตัดสินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการนำหลักการหรือทฤษฎี มาใช้ในการอ้างเหตุผล

นอกจากนี้ สัณหวัช สอนท่าโก (2550, น. 18) ยังได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญ ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ทั้งหมด 6 ความสามารถดังต่อไปนี้

1. การกำหนดปัญหา หมายถึง การแสดงออกในรูปแบบของคำอธิบาย ข้อความ หรือแนวคิดที่ผ่านการวิเคราะห์สถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งอย่างรอบคอบ และมีเหตุผล

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเลือกเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำลังเผชิญหน้า หรือศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำมารวมกัน และสร้างเป็นข้อค้นพบใหม่

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือข้อมูล ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับปัญหา และแนวคิดส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อมูลที่มีความจำเป็นในการแก้ไขปัญหา จากนั้นนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ มาร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน จนนำไปสู่การสร้างข้อสนเทศที่เป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

4. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบของปัญหาจากสถานการณ์ที่พบเจอ โดยอาศัยความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาใช้ประกอบกับการตั้งสมมติฐาน เพื่อสร้างทางเลือกที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และลดความผิดพลาดของคำตอบ

5. การสรุปอ้างอิง หมายถึง การสรุปข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา โดยพิจารณาถึงความสมเหตุสมผล ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของเนื้อหาที่จะนำมาสนับสนุนผลของการสรุปข้อมูล

6. การประเมินการสรุปอ้างอิง หมายถึง การพิจารณาข้อมูลเชิงประจักษ์ และหลักฐานการค้นพบอื่น ๆ ที่มาสนับสนุนการสรุปข้อมูล ว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ข้อมูลสนับสนุนมีความน่าเชื่อถือเพียงใด และการสรุปนั้นสอดคล้องกับปัญหาในด้านใดบ้าง ทั้งนี้ เพื่อยืนยันว่า การสรุปอ้างอิงนั้น มีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด

Eva Węgrzecka-Kowalewski (2018, p. 20) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังต่อไปนี้

1. การตีความ (Interpretation) หมายถึง การจำแนกหรือวิเคราะห์ประโยค ถ้อยคำ หรือวลีที่เป็นลักษณะเฉพาะ หรือเป็นแนวทางสำคัญในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะทำความเข้าใจ แปลความหมาย ระบุความสำคัญ เพื่อทำให้สิ่งที่จำแนกดังกล่าว มีความชัดเจนและกระจ่างมากขึ้น

2. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การสำรวจสิ่งที่เป็นแนวคิดสำคัญ หรือแก่นเรื่องของสถานการณ์ แล้วสำรวจหาพยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาอธิบายสิ่งที่สำรวจนั้น

3. การประเมิน (Evaluation) หมายถึง การเปรียบเทียบพยานหลักฐาน หรือคำกล่าวอ้างกับเกณฑ์ที่กำหนด ว่าสมควรจะมีผลการเปรียบเทียบเป็นอย่างไร

4. การสรุปและการลงความเห็น (Inference) หมายถึง การสร้างทางเลือกจากการสอบถามหรือค้นหาสิ่งที่เป็นหลักฐาน ก่อนที่จะมีการคาดเดาทางเลือกที่เหมาะสม แล้วนำมาร่างเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากพยานหลักฐาน และทางเลือกที่ได้พิจารณา

5. การนิยามหรือการอธิบาย (Explanation) หมายถึง การบอกกล่าวถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น จากนั้น แสดงหลักฐาน เพื่ออ้างเหตุผลประกอบผลลัพธ์ที่ได้กล่าวมา

6. การกำกับตนเอง (Self-regulation) หมายถึง การใฝ่หาผลลัพธ์ พยานหลักฐาน และรู้จักที่จะปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และพยานหลักฐานนั้นด้วยตนเอง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถที่เป็นองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการกำหนดปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาสถานการณ์ที่ตนเองเผชิญอยู่ ว่าส่วนใดที่น่าจะเป็นปัญหา แล้วนำมากำหนดเป็นข้อคำถาม ที่มีความสอดคล้องหรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น

2. ความสามารถในการตีความ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ และการทำความเข้าใจกับสถานการณ์ แล้วแปลความหมายออกมาเป็นแนวคิดตามความเข้าใจของตนเอง ซึ่งจะต้องใช้ความรอบคอบ ในการสร้างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์และเป็นตัวแทนของข้อมูลที่จะสามารถอธิบายสถานการณ์ทั้งหมดได้

3. ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม มาใช้ในการคาดเดาข้อสรุปของสถานการณ์ พร้อมทั้งประเมินความเป็นไปได้ในการหาคำตอบของคำคาดเดาข้อสรุปนั้น เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานต่อไป

4. ความสามารถในการจัดระบบข้อมูล หมายถึง ความสามารถการวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูล และการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ที่ผ่านการกลั่นกรอง และการคิดอย่างรอบคอบ ก่อนที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างข้อสรุปของปัญหาอย่างถูกต้อง

5. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง หมายถึง ความสามารถในการอ้างเหตุผล โดยใช้ความรู้ หรือพยานหลักฐานที่น่าเชื่อถือ มาใช้ประกอบกับการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์อย่างสมเหตุสมผล

5.3 พฤติกรรมบ่งชี้ของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะต้องแสดงออกถึงการใช้ความคิด การอ้างเหตุผล และการวิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวนี้ จะต้องมีการแปลความหมายจากผลการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างที่การทำกิจกรรม พร้อมทั้งเชื่อมโยงกับคำนิยามของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะประเมินผู้เรียนได้ ฉะนั้น ในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยขอเสนอพฤติกรรมของผู้เรียน ที่เป็นองค์ประกอบย่อย และสอดคล้องกับคำนิยามของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งได้มีนักวิจัยทางการศึกษา ได้กล่าวถึง พฤติกรรมของผู้เรียน ที่สามารถบ่งบอกถึงผู้ที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า (2549, น. 57) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังต่อไปนี้

1. อธิบายหรือระบุประเด็นของปัญหาได้

2. ยอมรับข้อตกลงเบื้องต้นได้

3. ประเมินข้อมูลที่เป็นหลักฐาน พยาน ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปได้ โดยยึดถึง ความจริง ความน่าเชื่อถือ และความเกี่ยวข้อง

4. สร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผล และสามารถอ้างถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้

ฮัดกินส์ อ้างอิงใน (ฉัตรดาว ขันจันทร์, 2554, น. 43-44) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังต่อไปนี้

1. เป็นบุคคลที่มีความเข้าใจถึงองค์ประกอบสำคัญของข้อโต้แย้ง อธิบายได้ว่าความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะไม่เกิดขึ้น ถ้าไม่ตระหนักหรือเข้าใจ ในสิ่งที่เป็นข้อโต้แย้ง ดังนั้น จึงต้องมีพื้นฐานของความคิดและข้อมูลที่เพียงพอในการพิจารณาความน่าจะเป็นของข้อโต้แย้ง หรือทำนายผลที่น่าจะเกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น มีปัญหาว่าควรจะอนุญาตให้ตั้งโรงโรงงานปฏิกรณ์ปรมาณูใกล้เคียงตัวเมืองหรือไม่ ถ้าอนุญาตให้ตั้งโรงงานได้แล้วมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น จะมีวิธีป้องกันอย่างไร ปัญหาเช่นนี้ จะตัดสินใจได้จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าในหลาย ๆ ด้าน หรืออาจดูตัวอย่างในประเทศที่มีการใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเป็นต้น

2. เป็นบุคคลที่สามารถแสวงหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการตัดสินเรื่องราวให้ถูกต้อง มีเหตุผล และสามารถตรวจสอหลักฐานได้ โดยการพิจารณาข้อมูลที่กำลังสังเกต หรือพิจารณาความคลาดเคลื่อนของข้อมูล เช่น ด้านความน่าเชื่อถือของข้อมูลเป็นต้น

3. เป็นบุคคลที่สามารถประเมินหลักฐานโดยอาศัยเหตุผล และจะไม่ยืนยันข้อสรุป หรือให้คำตัดสินใจกับข้อสรุปนั้น จนกว่าจะมีหลักฐานเพียงพอ

4. เป็นบุคคลที่สนใจบันทึกและเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ไม่ได้กล่าวถึงในข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปเพื่อตรวจสอบและตีความในสิ่งที่ยังคลุมเครือ หรือยังขาดความชัดเจนในเนื้อหา

นอกจากนี้ ฉัตรดาว ขันจันทร์ (2554, น. 44-45) ยังได้อธิบายถึงความสามารถที่บ่งบอกว่า เป็นผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 5 ความสามารถ ดังต่อไปนี้

1. มีความสามารถในการนิยามปัญหาโดยกำหนดข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน และเข้าใจความหมายของข้อความหรือแนวคิด

2. มีความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ผ่านการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ แสวง หาข้อมูลที่ถูกต้อง พิจารณาทัศนะของคนอื่น และแสวงหาความรู้ที่ทันสมัย

3. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล โดยแสวงหาแหล่งที่มา ความน่าเชื่อถือ ความเพียงพอ พร้อมทั้งระบุข้อตกลงเบื้องต้น และจัดระบบข้อสนเทศต่าง ๆ

4. มีความสามารถในการตั้งสมมติฐาน โดยการกำหนดความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และสร้างทางเลือกที่หลากหลาย

5. มีความสามารถในการสรุปอ้างอิง โดยพิจารณาและตัดสินว่า มีเหตุผลเพียงพอที่จะสรุปได้หรือไม่รวมถึงใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลได้

นงนาฏ วงค์คำ (2554, น. 24) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังต่อไปนี้

1. สามารถอธิบายหรือระบุปัญหา จากการวิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง

2. สามารถระบุประเด็นการเรียนรู้ หรือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในแต่ละหัวข้อได้เหมาะสม

3. รู้จักการประเมินข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นพยานหลักฐานในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ โดยยึดตามความน่าเชื่อถือ ความสอดคล้อง และการยอมรับจากผู้อื่น

4. สร้างทางเลือกที่หลากหลายในการสร้างข้อสรุป หรือคำตอบของปัญหา

5. พยายามหาข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาสนับสนุนข้อสรุปให้ได้มากที่สุด ก่อนที่จะมีการตัดสินในยอมรับในข้อสรุปนั้น หรือในกรณีที่ ไม่สามารถหาหลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุปเพียงพอ ก็อาจสร้างข้อสรุปใหม่ ที่มีความเป็นไปได้ในการแสวงหาข้อมูลมาสนับสนุนได้อย่างสอดคล้อง

ประพิศ ปัทมัตย์ (2551, น. 48) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังต่อไปนี้

1. มีการกำหนดคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดอย่างชัดเจน และเกี่ยวข้องกัน

2. มีความใฝ่รู้ รวมทั้งหมั่นศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่จะนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ

3. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มตั้งแต่ การวางแผนสืบค้น รวบรวมข้อมูล พิจารณาความน่าเชื่อถือ อภิปรายกลุ่มย่อย สังเคราะห์ข้อมูล และการสร้างข้อสรุป โดยนำข้อมูลที่สังเคราะห์นั้นมาใช้ในการอ้างเหตุผล

4. ตีความสถานการณ์ได้หลากหลายรูปแบบ เพื่อสร้างทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ในการสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น

5. ให้การตัดสินใจในข้อสรุปบนพื้นฐานของความมีเหตุผล และข้อมูลเชิงข้อเท็จจริง โดยหลีกเลี่ยงการใช้อคติ อารมณ์ส่วนตัว หรือวิจารณญาณที่ขาดความน่าเชื่อถือมาใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจนั้น

6. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงข้อสรุปได้ตลอดเวลา หากมีข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ใหม่ที่เพียงพอ จะมาสนับสนุนข้อสรุป

ฮาร์นาเดค (อ้างอิงใน สัณหวัช สอนท่าโก, 2550, น. 19-20) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังต่อไปนี้

1. เปิดใจยอมรับความคิดใหม่
2. ไม่โต้แย้งในข้อสรุปที่มีการยอมรับ และมีพยานหลักฐานมาสนับสนุนเพียงพอ
3. รู้จักสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อมาใช้ในการสร้างข้อสรุป และยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อสรุปนั้น
4. มีการจำแนกข้อมูล โดยคำนึงถึงความเป็นจริง ความสอดคล้องกันกับสถานการณ์ และความน่าเชื่อถือ หรือการยอมรับจากผู้อื่น
5. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงข้อสรุปที่จะเกิดขึ้นใหม่ และแตกต่างกับข้อสรุปที่ตนได้ระบุมา
6. มีการอ้างเหตุผลโดยใช้ข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อใช้ในการตัดสินใจ
7. รู้จักตั้งข้อสงสัยในสิ่งที่ตนไม่สามารถทำความเข้าใจ หรือสถานการณ์ที่เกินความสามารถในการตีความหมายของตนเอง
8. รู้จักการอภิปรายกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น และสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่ค้นพบจากการอภิปรายนั้น

Lee, Yu K. Raymond (2017, p. 21) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างชัดเจน และมีรายละเอียดสำคัญครบถ้วน
2. รวบรวมและประเมินข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แล้วอธิบายในเชิงของแนวคิดส่วนบุคคล
3. รู้จักใช้เหตุผลที่นำมาสนับสนุนข้อสรุป ผลลัพธ์ และกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างเพียงพอ
4. คิดอย่างคนมีใจกว้าง ยอมรับข้อมูล ทางเลือก และกระบวนการต่าง ๆ ที่สามารถให้ผลการประเมินได้
5. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน มีการสื่อสารด้วยภาษาที่ถูกต้องเหมาะสม และสามารถถ่ายทอดความรู้ แนวคิด และมโนทัศน์ของตนให้กับผู้อื่นได้

จากคำกล่าวของนักวิจัยทางการศึกษาในหัวข้อ พฤติกรรมบ่งชี้ของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นฐาน ที่บ่งบอกว่า เป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่

1. ระบุความหมายของศัพท์เฉพาะที่ชัดเจน

การที่จะให้คำนิยามกับคำศัพท์ใดคำศัพท์หนึ่งที่คนทั่วไปไม่เคยรู้จักให้มีความถูกต้อง ชัดเจน และน่าเชื่อถือ จะต้องผ่านการพิจารณาความรู้เดิมที่เคยได้รับมา แล้วประเมินความรู้เหล่านั้นว่าสามารถนำไปกำหนดคำนิยามของคำศัพท์ได้หรือไม่ ซึ่งกระบวนการพิจารณาและประเมินข้อมูลเพื่อสร้างคำนิยามศัพท์นั้น ถือว่าเป็นแสดงออกถึงผู้ที่มีความคิดอย่างวิจารณญาณ

2. กำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนและสอดคล้องกับสถานการณ์

สถานการณ์ในชีวิตจริงที่เป็นปัญหา มักจะอาศัยความรู้จากหลาย ๆ สาขา ฉะนั้น การกำหนดปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ จะต้องมีศึกษาสถานการณ์อย่างละเอียดรอบคอบ ทำความเข้าใจกับ สถานการณ์ จากนั้น วิเคราะห์หาส่วนที่เป็นปัญหา และสร้างเป็นข้อคำถามที่มีความกะทัดรัด ซึ่งการพิจารณาสถานการณ์อย่างรอบคอบเพื่อกำหนดปัญหา และการทำความเข้าใจกับสิ่งที่ตนเองกำลังเผชิญหน้า ถือว่าเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. สืบค้นข้อมูลอย่างตั้งใจและรอบคอบ

กระบวนการแก้ปัญหา จะไม่ประสบความสำเร็จ หากไม่มีการแสวงหาความรู้มาใช้ประโยชน์ และ ข้อมูลเหล่านั้น จะไม่สามารถนำมาแก้ปัญหาได้ หากแหล่งที่มาของข้อมูลนั้นขาดความน่าเชื่อถือ ฉะนั้น การสืบค้นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ไขปัญหา จึงควรจะมีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว ควรจะมีการประเมินความน่าเชื่อถือ ความถูกต้อง และความเกี่ยวข้องกับปัญหา โดยอาศัยการคิดอย่างมีเหตุผลและรอบคอบ ซึ่งการใช้ความรอบคอบในการ รวมรวมข้อมูลและจัดระบบข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ นั้น เป็นการแสดงออกถึงผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. จำแนกความแตกต่างของประเภทข้อมูลได้

ข้อมูลที่ผ่านการสืบค้น ควรจะมีการจัดประเภทเป็นอย่างดี เพื่อความสะดวกในการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา จนได้มาซึ่งคำตอบหรือข้อสรุปที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หนึ่งในเกณฑ์การจำแนกข้อมูลนั้น คือ ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผู้เรียนจะต้องจำแนกให้ได้ว่า ข้อมูลใดมีความน่าเชื่อถือ และข้อมูลใดไม่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลก่อนที่จะมีการจัดจำแนกนั้น เป็นการแสดงออกถึงผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5. ชี้แจงแนวคิดสำคัญซึ่งเป็นตัวแทนของข้อมูลได้

การนำเสนอแนวคิดที่เป็นตัวแทนข้อมูล จะต้องมีการวิเคราะห์ส่วนที่มีความสำคัญและแปลความหมาย มาเป็นแนวคิดส่วนตัว ซึ่งผู้เรียนแต่ละคน จะมีแนวคิดที่แตกต่างกัน ตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6. ให้ความสำคัญในการตั้งสมมติฐานของปัญหา

การตั้งสมมติฐาน มีจุดมุ่งหมายในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ฉะนั้น การตั้งสมมติฐานจึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญมากและผู้เรียนควรจะใส่ใจเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานเป็นพิเศษ โดยเฉพาะการใช้วิจารณญาณของตน ในการพิจารณาความเป็นไปได้ในการทดสอบสมมติฐาน หรือความเป็นไปได้ในการแสวงหาคำตอบของปัญหา

7. สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ทางเลือกในการแก้ปัญหา จะต้องมีการตั้งสมมติฐานเสียก่อน หลังจากที่กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหามาแล้ว ก็ควรจะใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมาของตัวผู้เรียน

8. มีความรู้ แนวคิด และหลักการที่ทันสมัย

เนื่องจากความรู้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยี มนุษย์เราจึงควรจะมีการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ อีกทั้งยังต้องอาศัยความสามารถในการคิดอย่างวิจารณญาณ ในการพิจารณาไตร่ตรองและกลั่นกรองข้อมูลใหม่ที่เป็นประโยชน์และเหมาะสมกับการดำเนินชีวิต

9. สามารถตัดสินใจข้อสรุปได้ เมื่อมีข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่เพียงพอ

การให้คำตัดสินต่อข้อสรุปใด ๆ ก็ตาม นอกจากจะต้องมีการสืบเสาะหาพยานหลักฐานมาใช้ในการสนับสนุนแล้ว ยังต้องใช้วิจารณญาณในการเชื่อมโยงพยานหลักฐานเหล่านั้น เข้ากับข้อสรุป เพื่อที่จะพิสูจน์ว่า ข้อสรุปกับพยานหลักฐานที่รวบรวมมานั้น มีความเกี่ยวข้องกัน ก่อนที่จะมีการให้คำตัดสินกับข้อสรุปนั้น

10. มีความสามารถในการใช้เหตุผล

ในการที่จะทำให้แนวคิดใด ๆ ก็ตาม มีความน่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับจากผู้รับสาร จำเป็นจะต้องมีการอ้างอิงถึงข้อมูลบางอย่างที่สอดคล้องกัน เพื่อขยายขอบเขตของแนวคิดให้มากขึ้น เมื่อแนวคิดที่มีการอ้างเหตุผล ตรงกับแนวคิดของผู้รับสาร ผู้รับสารก็จะยอมรับแนวคิดนั้นว่าเป็นความจริง ซึ่งการอ้างอิงข้อมูลที่สอดคล้องกับแนวคิดนั้น จะต้องอาศัยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

11. ประเมินข้อมูลที่เป็นหลักฐาน พยาน ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป

ในบางกรณี ข้อมูลหรือพยานหลักฐาน อาจยังไม่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอ หรืออาจนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก ด้วยเหตุนี้เอง จึงต้องมีการประเมินข้อมูล หรือพยานหลักฐานเหล่านั้น โดยอาศัยวิจารณญาณในการให้คำตัดสินว่า ข้อมูลหรือพยานหลักฐานเหล่านั้น มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในประเด็นที่สนใจได้มากน้อยเพียงใด

12. แสวงหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง

การโต้แย้งที่ประสบความสำเร็จ จำเป็นจะต้องรวบรวมข้อมูลและพยานหลักฐานที่สนับสนุนข้อโต้แย้ง นอกจากนี้ ยังต้องทำให้ผู้ที่เสนอหรือผู้ส่งสารเกี่ยวกับข้อมูลที่ถูกโต้แย้ง เกิดการยอมรับว่า ข้อโต้แย้งนั้น มีพยานหลักฐานมาสนับสนุนมากกว่า แต่ก็ไม่ใช่ว่าพยานหลักฐานทุกชนิดของข้อโต้แย้งจะทำให้ผู้ถูกโต้แย้งยอมรับได้เสมอไป เพราะพยานหลักฐานนั้น อาจขาดความน่าเชื่อถือ หรือนำมาใช้อธิบายกับข้อโต้แย้งได้อย่างสมเหตุสมผล ด้วยเหตุดังกล่าวนี้ ผู้โต้แย้งจะต้องอาศัยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของข้อโต้แย้ง และนำเสนอข้อโต้แย้งประกอบกับการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ จนกว่าผู้ถูกโต้แย้งจะยอมรับในข้อโต้แย้งนั้น

5.4 การประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนนั้น ถือว่าประเมินได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากต้องมีการสังเกตผู้เรียนอย่างละเอียด และจะต้องบันทึกพฤติกรรมที่ครูผู้สอนพบเห็นอยู่ตลอดเวลา รวมถึงจะต้องมีการศึกษานิยาม องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาเป็นอย่างดี ด้วยเหตุนี้เอง การประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยวิธีการสังเกต อาจได้ผลการประเมินที่ไม่สอดคล้องกับตัวผู้เรียน จึงได้มีการเปลี่ยนวิธีการประเมินมาเป็นการใช้แบบทดสอบในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งจะเป็นการวัดความสามารถที่เป็นองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังที่ แบบทดสอบจากงานวิจัยของ ฉัตรดาว ขันจันทร์ (2554, น. 53) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่วัดองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งหมด 6 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การรวบรวมข้อมูล
3. การจัดระบบข้อมูล
4. การตั้งสมมติฐาน
5. การสรุปอ้างอิง
6. การประเมินข้อสรุปอ้างอิง

นอกจากนี้ ในงานวิจัยต่างประเทศ Ennis และ Millman (1985, pp. 45-48) ก็ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่นเดียวกัน โดยจะเป็นแบบทดสอบ จำนวน 2 ชุด จัดแบ่งตามระดับการศึกษาของผู้เรียน ดังนี้

ชุดที่ 1 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และวัดความสามารถที่เป็นองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่

1. การสร้างข้อสรุปโดยอาศัยการอุปนัยและการอ้างอิงข้อมูล
2. การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

3. การนิรนัย

4. การระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ชุดที่ 2 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายถึง ถึงนักศึกษาในระดับปริญญาตรี เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และวัดความสามารถที่เป็นองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งหมด 7 ด้าน ได้แก่

1. การนิรนัย
2. การตีความ
3. การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
4. การสรุปอ้างอิงโดยใช้เหตุผลหรือข้อความอ้างอิง
5. การลงข้อสรุปจากการทดสอบสมมติฐาน
6. การนิยามเหตุผลที่ไม่ได้ปรากฏ
7. การระบุข้อตกลงเบื้องต้น

วัทสันและกลาเซอร์ (อ้างอิงใน นงนาฏ วงค์คำ 2554, น. 26-27) ก็ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับผู้เรียนทั้งในวัยเด็ก และวัยผู้ใหญ่ ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน และแบบทดสอบดังกล่าว จะใช้ในการวัดความสามารถที่เป็นองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งหมด 5 ด้าน และในแต่ละด้าน ก็จะมีความหมาย และลักษณะของแบบทดสอบที่จะวัดความสามารถเหล่านั้น ซึ่งสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงตัวอย่างวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในงานวิจัยของวัทสันและกลาเซอร์ (Watson and Glaser)

ความสามารถที่ต้องการวัดและประเมินผล	**ความหมายของความสามารถ**	**ลักษณะของแบบทดสอบ**
ความสามารถในการสรุปอ้างอิง	การจำแนกข้อสรุปของสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือเท็จ	พิจารณาข้อสรุปแต่ละข้อ และให้เลือกตอบ 1 ใน 5 ข้อ ว่าข้อสรุปดังกล่าวเป็นจริง อาจเป็นจริง ข้อมูลไม่เพียงพอ อาจเป็นเท็จ หรือเป็นเท็จ

ความสามารถที่ต้องการวัดและประเมินผล	ความหมายของความสามารถ	ลักษณะของแบบทดสอบ
ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	การจำแนกข้อความที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นและข้อความที่ไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากสถานการณ์ที่กำหนด	กำหนดข้อความที่อธิบายสถานการณ์มาประมาณ 2-3 ข้อ จากนั้นให้ผู้รับการทดสอบ ตัดสินข้อความใด ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ และข้อความใด ที่ไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์
ความสามารถในการนิรนัย	การสร้างข้อสรุปจากข้ออ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้หลักตรรกศาสตร์	กำหนดข้อมูลมาประมาณ 1 ย่อหน้า พร้อมทั้งข้ออ้าง และให้ผู้รับการทดสอบ ตัดสินข้ออ้างนั้นว่า มีความเป็นไปได้ในการนำข้อมูลเชิงพยานหลักฐานมาสนับสนุนมากน้อยเพียงใด
ความสามารถในการแปลความ	การให้น้ำหนักข้อมูลหลักฐาน เพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป	กำหนดสถานการณ์และข้อสรุป และให้ผู้รับการทดสอบพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปแต่ละข้อมีความน่าเชื่อถือหรือไม่
ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง	การตัดสินใจว่าข้อความใดเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ คำถาม หรือปัญหา โดยการให้เหตุผล	ให้ผู้เข้าสอบพิจารณาข้อความว่ามีความสอดคล้องกับสถานการณ์หรือไม่ และให้เหตุผล โดยการอธิบายข้อมูลที่นำมาสนับสนุนข้อความนั้นให้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น

จากตัวอย่างของการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่นักวิจัยการศึกษาได้กล่าวถึง ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดว่า การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบ จะต้องมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้ชัดเจน จากนั้น ก็กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ ที่ทำให้ผู้เรียนหรือผู้เข้ารับการทดสอบ แสดงพฤติกรรมในการทำข้อสอบที่สอดคล้องกับองค์ประกอบนั้น

สำหรับวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในงานวิจัยของผู้วิจัยนั้น จะเป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถของผู้เรียน ที่เป็นองค์ประกอบของ

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามที่ผู้วิจัยได้ระบุไว้ในหัวข้อ “องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ” ซึ่งในแต่ละความสามารถนั้น จะมีรูปแบบของแบบทดสอบดังที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
ความสามารถในการตีความ	กำหนดศัพท์เฉพาะของสถานการณ์และให้ผู้เรียนขยายความ ให้คำนิยาม หรืออธิบายเพิ่มเติม โดยการศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์และเลือก 1 ใน 4 ตัวเลือกที่สอดคล้องกับศัพท์เฉพาะที่ได้กำหนด	1. กาวแป้งเปียกที่ดี จากสถานการณ์ “นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์” หมายถึง กาวแป้งเปียกที่มีลักษณะอย่างไร ก. กาวแป้งเปียกที่ใช้เป็นแป้งมันเป็นส่วนผสมมากกว่าน้ำ ข. กาวแป้งเปียกที่มีค่าความตึงผิวจากการทดลองใกล้เคียงกับ 200 นิวตัน / เมตร ค. กาวแป้งเปียกที่มีค่าความตึงผิวจากการทดลอง มากที่สุด ง. กาวแป้งเปียกที่ใช้น้ำหนักของวัตถุในการดึงน้อยที่สุด
ความสามารถในการระบุปัญหา	กำหนดสถานการณ์มาให้ และให้ผู้เรียนเลือก 1 ใน 4 ตัวเลือก ที่น่าจะเป็นประเด็นหรือหัวข้อของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ	2. สถานการณ์ “นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
		ก. กาวแป้งเปียกที่มีความเหนียวมากที่สุด ข. เหตุที่ทำกาวแป้งเปียก

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
		ค. ปริมาณของแป้งมันและน้ำที่เป็นส่วนผสมของกาวแป้งเปียก ง. ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณหาความตึงผิวของกาวแป้งเปียก
ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน	ผู้เรียนนำคำตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ มาใช้ในการเลือก 1 ใน 4 ตัวเลือก ที่เป็นข้อสมมติฐานที่ตรงกับเนื้อหาของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ	3. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์” ต้องการ ก. กาวแป้งเปียก เป็นสิ่งที่ใช้ยึดติดวัตถุที่มีมวลหรือความหนาแน่นไม่มาก สามารถใช้แทนกาวสังเคราะห์ได้ ข. กาวแป้งเปียกที่มีความเหนียวมากที่สุด คือ กาวแป้งเปียกที่ใช้แป้งมัน 400 กรัม กับน้ำ 0.3 ลิตร ค. การคำนวณหาความตึงผิวของกาวแป้งเปียก จะใช้ความรู้เกี่ยวกับของโมเมนต์คาน และความตึงผิว ง. กาวแป้งเปียกที่ดี ใช้แป้งมัน 200 กรัม และน้ำ 0.5 ลิตร

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
ความสามารถในการจัดระบบข้อมูล	กำหนดข้อมูลที่สอดคล้องกับเนื้อหาของสถานการณ์มาให้ จากนั้น ให้	4. จากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
	ผู้เรียนทำการ วิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นความสัมพันธ์ของข้อมูลรูปแบบใหม่ที่แตกต่างกับทฤษฎี จากนั้น พิจารณา 1 ใน 4 ตัวเลือก ที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล	1. ในชุดการทดลองหาความตึงผิวของของไหล จะนำหลักของโมเมนต์คาน มาประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีของแรงตึงผิว ซึ่งถ้าหากเราแขวนวัตถุไว้ที่อีกฝั่งหนึ่งของวงแหวน วงแหวนนั้น ก็จะถูกยกขึ้น ในขณะนั้นของไหลก็จะยึดวัตถุด้วยแรงตึงผิวค่าหนึ่ง และเมื่อของไหลนั้นหลุดออกจากวงแหวนแล้ว ก็จะสามารถคำนวณหาแรงหนืดได้ จากน้ำหนักของวัตถุที่แขวน เพราะฉะนั้น หากเราพิจารณาในขณะที่วงแหวนนั้นหลุดออกจากของไหล จะได้ว่าโมเมนต์ของน้ำหนักวัตถุ เท่ากับโมเมนต์ของแรงตึงผิว ดังสมการแสดงความสัมพันธ์ $Wd = FD$ เมื่อ $W = mg$ แทนน้ำหนักของวัตถุ, r_W แทน ระยะจากจุดที่เกิดน้ำหนักถึงจุดหมุน, F แทน แรงตึงผิว และ r_F แทน ระยะจากจุดที่เกิดแรงตึงผิวถึงจุดหมุน 2. แรงตึงผิว เป็นแรงที่ของไหลพยายามที่จะยึดวัตถุไว้ชั่วขณะหนึ่ง ซึ่งคำนวณได้จากสมการ $F = \gamma L$ เมื่อ γ แทน ความตึงผิว และ L แทน ความยาวของวัตถุที่สัมผัสกับของไหล ในกรณีที่เป็นวงแหวนหนาจะมีค่าของ $L = 2\pi(R + r)$ เมื่อ r แทน รัศมีวงใน และ R แทน รัศมีวงนอก

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ความสามารถ	รูปแบบของแบบทดสอบ	ตัวอย่างแบบทดสอบ
		จงระบุสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความตึงผิว (γ) กับ มวลของวัตถุที่ทำให้วงแหวนหลุดออกจากกาวแป้งเปียก (m) ให้ถูกต้อง ก. $(mg) = (2\pi\gamma(R + r))$ ข. $(m)r_W = (2\gamma(R + r))r_F$ ค. $(mg)r_W = (2\pi\gamma(R + r))$ ง. $(mg)r_W = (2\pi\gamma(R + r))r_F$
ความสามารถในการสรุปอ้างอิง	ผู้เรียนเลือก 1 ใน 4 ตัวเลือกที่คาดว่าน่าจะเป็นข้อสรุปของสถานการณ์ และมีข้อมูลที่นำมาอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งข้อมูลที่นำมาอธิบายข้อสรุปดังกล่าวนั้น จะต้องเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดด้วย	5. จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์” พร้อมทั้งอธิบายข้อมูลที่สมเหตุสมผล ก. กาวแป้งเปียกที่มีส่วนผสมระหว่างแป้งมัน 400 กรัม กับน้ำ 0.3 ลิตร เป็นกาวที่ดีที่สุด เนื่องจากว่า กาวที่ดีจะต้องมีความเหนียวมาก ๆ หรือ มีค่าความตึงผิวมาก ๆ ข. กาวแป้งเปียกที่มีส่วนผสมระหว่างแป้งมันกับน้ำทั้ง 3 ชนิด ไม่ใช่กาวแป้งเปียกที่ดีที่สุดเนื่องจาก เป็นวัสดุใช้ทดแทน และให้ประสิทธิภาพที่น้อยกว่า กาวชนิดอื่น ๆ ค. กาวแป้งเปียกที่มีส่วนผสมระหว่างแป้งมัน 200 กรัม กับน้ำ 0.5 ลิตร เป็นกาวที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นกาวแป้งเปียกที่มีค่าความตึงผิวใกล้เคียงกับ 200 นิวตัน / เมตร ง. กาวแป้งเปียกที่มีส่วนผสมระหว่างแป้งมันกับน้ำทั้ง 3 ชนิด ต่างก็เป็นกาวแป้งเปียกที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นกาวแป้งเปียกเหมือนกันจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เหมือน ๆ กัน

5.5 การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการใช้เหตุผลในการพิจารณาสถานการณ์ที่ตนเองกำลังเผชิญอยู่ เพื่อตัดสินสถานการณ์นั้นอย่างถูกต้อง ฉะนั้น การตัดสินใจในเรื่องใด ๆ ก็ตาม เราควรจะมีเหตุผล มีการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เพราะมิเช่นนั้น อาจเกิดผลกระทบตามมา หากว่าเราตัดสินใจผิดพลาดไป แม้ว่าจะเป็นเรื่องเล็กน้อยก็ตาม ในฐานะที่เราเป็นครู หรือผู้ที่ทำหน้าที่ในการสอน ควรจะตระหนักและให้ความสำคัญกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องบนพื้นฐานของความมีเหตุผล

ซึ่งหลักของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของผู้เรียนนั้น ก็ได้มีนักวิจัยทางการศึกษาได้มาให้ข้อมูล ดังต่อไปนี้

5.5.1 แนวทางการจัดการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, น. 181) ได้กล่าวแนวทางการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยกล่าวถึง 3 รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้หรือรูปแบบการสอน และ 5 ขั้นตอนการสอน ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รูปแบบของการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน

1.1 การสอนเพื่อให้คิด เป็นการสอนที่เน้นในเนื้อหาวิชา โดยให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับสิ่งที่เรียน และขยายแนวคิดที่ตนเองสร้างขึ้น ไปสู่บริบททางสังคม ผ่านการสื่อสาร หรือการแสดงออกแบบอื่น ๆ พฤติกรรมดังที่กล่าวมานี้ ส่งผลให้ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถในการคิดสูงขึ้น หรือเกิดการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง

1.2 การสอนการคิด เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดแบบต่าง ๆ หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปลูกฝังให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดนั่นเอง อนึ่ง การสอนการคิด จะเน้นเนื้อหาที่มาจากความเชื่อส่วนบุคคลมากกว่าเนื้อหาจากทฤษฎี ผู้เรียนจะมีอิสระในการคิดได้หลายหลายรูปแบบ หนึ่งในนั้น คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.3 การสอนเกี่ยวกับการคิด เป็นการสอนที่เน้นเนื้อหาไปทางรูปแบบของการคิดที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงกระบวนการคิดของตนเอง รวมทั้งสามารถควบคุมความคิดของตนเองได้ และกิจกรรมการสอนเกี่ยวกับการคิดนั้น สามารถสอดแทรกเข้าไปในระหว่างการสอนแบบอื่น ๆ ได้

2. ขั้นตอนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 เสนอปัญหา สถานการณ์ ที่เป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียน

2.2 จัดกิจกรรมการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนความสามารถในการคิด ซึ่งพฤติกรรมของผู้เรียนที่สามารถบ่งบอกได้ว่า ผู้เรียนได้ใช้ความคิด สามารถยกตัวอย่างได้ดังต่อไปนี้

2.2.1 การอธิบายนิยามศัพท์

2.2.2 การวิเคราะห์สถานการณ์

2.2.3 กำหนดปัญหาหรือประเด็นการเรียนรู้ที่สำคัญ

2.2.4 สืบค้น รวบรวม และจัดระบบข้อมูล

2.2.5 ตั้งสมมติฐานเพื่อกำหนดแนวทางในการลงข้อสรุป

2.3 ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลจากการใช้ความคิดของตนเอง

2.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่แสดงออกถึงการใช้ความสามารถในการคิด

2.5 ประเมินผลการทำกิจกรรมของผู้เรียน โดยเน้นประเด็นไปที่กระบวนการคิดของตัวผู้เรียนเป็นรายบุคคล

5.5.2 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณญาณ

นงนาฏ วงค์คำ (2554, น. 24-25) ได้อธิบายหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณญาณของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิด โดยเน้นไปที่กระบวนการตีความหมาย การขยายแนวคิดของตนไปสู่บริบททางสังคม การคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล การตัดสินใจในข้อสรุปบนพื้นฐานความรู้ รวมทั้งฝึกฝนให้ผู้เรียนได้หมั่นตั้งคำถามในประเด็นที่เขาสนใจเสมอ โดยการเริ่มจากคำว่า "ทำไม" ทั้งนี้ การตั้งคำถาม ควรจะอยู่ในขอบเขตของความรู้เดิม ความสามารถของผู้เรียน และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูกำหนด

2. ครูควรจะสร้างแรงบันดาลใจให้กับผู้เรียน หรือกระทำการใด ๆ ก็ตาม ที่ทำให้ผู้เรียนนั้น ได้เห็นคุณค่าของบทเรียนและทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ นอกจากนี้ ครูจะต้องมีจิตวิทยาในการสื่อสารกับผู้เรียน แนะนำและอธิบายในสิ่งที่ส่งเสริมการคิด กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาเพื่อให้ผู้เรียนมีความกล้าที่จะแสดงออก เมื่อมีการแสดงออกเกิดขึ้น ครูจะสามารถเรียนรู้พฤติกรรมของผู้เรียนได้

3. จัดสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยเฉพาะสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับประเด็นทางสังคม เร้าให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดอย่างรอบคอบ หาข้อมูลมาสนับสนุนและการตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้ที่มี หรือครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิดอย่างวิจารณญาณได้ เช่น นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับประโยคที่ว่า "การสร้างสะพานบนทางแยก จะช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนนในบริเวณทางแยกได้" เพราะเหตุใด

4. จัดกิจกรรมการอภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านการสื่อสาร การวิพากษ์วิจารณ์ การแสดงความคิดเห็น การให้คำตัดสิน ร่วมกับผู้อื่น ในกลุ่มย่อยเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ผ่านการอภิปรายในครั้งนั้น ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการกำหนดเป้าหมายในการทำงาน และดำเนินการด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เนื่องจาก การวางแผนนั้น จำเป็นจะต้องมีการพิจารณาถึงความเหมาะสม และประเมินถึงความเป็นไปได้ในการที่จะบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

5.5.3 รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1) คิดรายละเอียดของกิจกรรม และสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว

2) แยกแยะสิ่งที่ทำให้เกิดความเลวร้ายของสถานการณ์

3) จำแนกความแตกต่างทางด้านความคิดเห็นของแต่ละบุคคล

4) จำแนกข้อมูลที่เป็นจริง กับข้อมูลที่เป็นความคิดเห็นหรือข้อมูลที่ยังไม่น่าเชื่อถือเพียงพอ

5) วิเคราะห์ข่าวสารจากสื่อมวลชน

6) ตัดสินข้อเสนอแนะที่มีความสมเหตุสมผล

7) กำหนดเกณฑ์การประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม และความดีงามของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ

8) สืบค้นข้อมูลอย่างเป็นระบบขั้นตอน และพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลนั้น

9) วิเคราะห์ประโยคใดประโยคหนึ่งจากบทความ ข้อมูล หรือคำบรรยายของบุคคล ที่เห็นควรอย่างยิ่งว่า เป็นประโยคที่เป็นประโยชน์ต่อการสื่อสาร

10) ตั้งสมมติฐานหลังจากการตั้งปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางในการลงข้อสรุปของสถานการณ์ และทำการตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีที่เหมาะสม เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้อง

11) ทำนายผลที่น่าจะเกิดขึ้น หลังจากที่เหตุการณ์นั้นดำเนินต่อไป

12) มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น ด้วยการสื่อสารที่มีผลก่อให้เกิดการพัฒนาด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งตนเอง และผู้เรียนอื่น

13) จัดหมวดหมู่ของประเด็นการเรียนรู้ ปัญหาของสถานการณ์ และกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อลดความผิดพลาดของข้อสรุปที่กำลังจะสร้างขึ้น

14) ผู้เรียนจะต้องให้เหตุผลประกอบคำอธิบายที่ตนได้สื่อสารไป เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ และยืนยันความถูกต้องของคำอธิบายนั้น

15) กิจกรรมที่ส่งเสริมการตีความหมายหรือการแปลความหมายจากสื่อที่ไม่ใช่ข้อความ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ครูผู้สอนจะต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ฝึกฝนให้ผู้เรียนได้รู้จักการอ่านทำความเข้าใจ ให้คำแนะนำที่ทำให้ผู้เรียนได้คิดไตร่ตรองและพิจารณาก่อนที่จะตัดสินใจ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินทั้งการประเมินตนเองและการประเมินผู้อื่น ฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จัดกิจกรรมการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม และแบ่งเวลาส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานต่อหน้าครูผู้สอนและผู้เรียนคนอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดตัดสินใจในสิ่งที่จะสื่อสาร และคำนึงถึงผลประโยชน์ที่ผู้รับสารที่จะได้รับ

6. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยได้กล่าวมา จะเห็นว่ามีบางขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดตามหลักของการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และได้มีบางขั้นตอนที่มีกิจกรรมการอภิปรายความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พิจารณาและไตร่ตรองอย่างละเอียดว่า ข้อมูลนั้นมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด เป็นความจริงหรือไม่ และสอดคล้องกับปัญหาอย่างไร เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ผู้วิจัยจึงขอเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กับกิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงขั้นตอนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	กิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	กิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
1. กำหนดปัญหา	ครูกำหนดปัญหาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด และนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	ครูผู้สอนเสนอปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน
2. ทำความเข้าใจกับปัญหา	ผู้เรียนศึกษาเนื้อความของสถานการณ์ที่ครูกำหนด แล้วนำเสนอสถานการณ์โดยย่อตามความเข้าใจของตนเอง การกระทำเช่นนี้ เป็นหนึ่งในขั้นตอนของการวิเคราะห์ปัญหา	ผู้เรียนได้ฝึกฝนในเรื่องของการทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ตนเองกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการสอนเพื่อให้คิด ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของตัวผู้เรียนเอง
3. สำรวจประเด็นที่เป็นปัญหา	ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนด ค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการจะเรียนรู้ แล้วระบุปัญหาจากสิ่งที่ผู้เรียนต้องการจะเรียนรู้นั้น ฉะนั้น การกำหนดปัญหาของผู้เรียนเป็นการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนได้ตั้งปัญหาบนพื้นฐานของความรู้และวิจารณญาณของตนเอง การที่ผู้เรียนรู้จักตั้งปัญหา เป็นการฝึกกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีการพิจารณาว่า ปัญหาที่ตนกำหนดขึ้นมา มีความเป็นไปได้ในการหาคำตอบมากน้อยเพียงใด
4. วิเคราะห์ปัญหา	ผู้เรียนได้ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนด สิ่งที่ปัญหาต้องการ และความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา	การกำหนดความรู้หรือข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา จะต้องอาศัยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการประเมินข้อมูลที่กำหนด ว่าสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่
5. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า	ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ภายในห้องเรียน ซึ่งครูผู้สอนได้จัดทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกใน	ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และประเมินข้อมูล ซึ่งเป็นลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	กิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	กิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	การเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดทำให้ห้องเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้นั้น ถือว่าเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อีกวิธีหนึ่ง	และการแสวงหาความรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน
6. สังเคราะห์ความรู้	ผู้เรียนนำความรู้ที่ผ่านการสืบค้น วิเคราะห์ และประเมิน มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน มีการแสดงความคิดเห็น มีการวิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้กับผู้อื่นไปด้วย และได้แนวคิดเพิ่มเติมในการแก้ปัญหา	การอภิปรายทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม เป็นการประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาของข้อมูลนั้น ซึ่งจำเป็นจะต้องอาศัยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
7. หาทางแก้ปัญหา	ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ในขณะที่มีการวางแผนหรือกำหนดขั้นตอนนั้น ควรจะใช้วิจารณญาณในการคิดพิจารณาว่า ขั้นตอนใดมีความสำคัญมากที่สุด แล้วนำมาเรียงลำดับ โดยแก้ปัญหาที่สำคัญมากที่สุดเป็นลำดับแรก
8. ดำเนินการแก้ปัญหา	ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ผ่านการสืบเสาะและอภิปราย มาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา โดยยึดขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนได้กำหนดไว้เป็นหลัก ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนจะปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา	ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะร่วมมือกันวางแผนการแก้ไขปัญหา พร้อมทั้ง พิจารณาถึงความเหมาะสมและความถูกต้องของคำตอบด้วย ซึ่งถ้าหากคำตอบนั้น ไม่ถูกต้องหรือวิธีการไม่เหมาะสม จะต้องวางแผนการแก้ไขปัญหาใหม่ เป็นการสร้างทางเลือกที่หลากหลาย และฝึกฝนให้ผู้เรียน

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	กิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	กิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
		ได้รู้จักการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
9. นำเสนอผลงาน	ในขณะที่ผู้เรียนกำลังนำเสนอ ครูผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และตอบในสิ่งที่ถูกต้อง ซึ่งการกระทำดังกล่าวเป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล และนำแนวคิดต่าง ๆ มาสนับสนุนคำตอบให้น่าเชื่อถือ	ครูผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง ต่อหน้าผู้เรียนอื่น ซึ่งการนำเสนอผลงานของผู้เรียนนั้น จะทำให้ผู้เรียนที่ฟัง ได้รับรู้ถึงวิจารณญาณของผู้เรียนที่นำเสนอ และยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดอย่างมีวิจารณญาณ ใช้เหตุผลสนับสนุนข้อความต่าง ๆ ที่ได้นำเสนอ อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นกับผู้ฟัง ว่าหากนำเสนอเนื้อหานี้ไปแล้ว ผู้ฟังจะแสดงความรู้สึกอย่างไร
10. อภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้	ผู้เรียนจะนำเสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับ และการนำความรู้จากการทำกิจกรรมไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งถ้าผู้เรียนสามารถอธิบายได้ ถือว่าผู้เรียนนั้น มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ และมีผลทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนนั้นสูงขึ้น	ครูผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น “หลังจากกิจกรรมนี้ นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาในเรื่องใดบ้าง” ซึ่งการนำเสนอสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการทำกิจกรรมนั้น จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

7. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ไขปัญหา นอกจากจะฝึกฝนให้ผู้เรียนได้รู้จักการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนแล้ว ยังฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การสืบค้นข้อมูล การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการนำเสนอผลการแก้ปัญหา เนื่องจากการแก้ปัญหา หรือการหาข้อสรุปจากสถานการณ์ใด ๆ ก็ตาม ที่ตนเองกำลังเผชิญหน้าจำเป็นจะต้องอาศัยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการใช้เหตุผล ความรู้ และประสบการณ์ตรง เพื่อตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาขนาดเล็ก หรือปัญหาขนาดใหญ่ หากเรารู้จักคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีเหตุผล คิดพิจารณาไตร่ตรองไม่ด่วนที่จะตัดสินใจ และมีการโต้แย้งด้วยพยานหลักฐานที่เพียงพอและน่าเชื่อถือ ปัญหาเหล่านั้นก็จะคลี่คลายลงไป เพราะว่าเราได้ตัดสินใจที่ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ด้วยเหตุนี้เอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงเป็นตัวบ่งชี้ หรือตัวกำหนดความสำเร็จของการแก้ปัญหา หรืออาจกล่าวได้ว่า ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ย่อมเป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั่นเอง

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จรียารัตน์ ใช้ช้าง (2556) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า 7E Inquiry Learning Method โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา แล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน โดยเน้นเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฐิติยา ดวงจิต (2555) ได้ศึกษาผลของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสตรีพัทลุง จังหวัดพัทลุง แล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พลกฤต โกฏิกุล (2555) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลบ้าน-คูหาสวรรค์ จังหวัดพัทลุง แล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภักคีณี จีนามูล (2555) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย แล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิธร เจียมโคกสูง (2552) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา แล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Benjamin W. Emihovich (2017) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการใช้เกม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรีประจำมหาวิทยาลัยในรัฐฟลอริดา (Florida) ระหว่างเกมประเภทเล่นตามบทบาท (Role-playing) กับ เกมประเภทฝึกสมอง (Brain-training) พบว่า เกมทั้งสองประเภทสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และได้ผลของการพัฒนาความสามารถที่ไม่แตกต่างกัน

Monte Lee Randall (2018) ได้ทำการศึกษาผลของหลักสูตรที่เน้นทักษะชีวิต (Life Skill Curriculum) ที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาประจำวิทยาลัยในรัฐโอคลาโฮมา (College of the Muscogee Nation) โดยใช้วิธีเปรียบเทียบผลการทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้หลักสูตรเพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ส่วนกลุ่มที่ 2 ใช้หลักสูตรปกติ พบว่า กลุ่มของนักศึกษาที่สำเร็จหลักสูตรเพื่อพัฒนาทักษะชีวิต มีความสามารถในการแก้ปัญหา สูงกว่า กลุ่มของนักศึกษาที่สำเร็จหลักสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้กล่าวมานั้นจะพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นอีกหนึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

8.2 งานวิจัยด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จิราภรณ์ แม็คกลาเดอร์รี (2555) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนภาษาอังกฤษ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสันทรายวิทยา จังหวัดเชียงใหม่ แล้วพบว่า นักเรียนมีทักษะการเขียนภาษาอังกฤษที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในภาพรวมอยู่ในระดับดี

จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า (2548) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนมติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนมติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ฉัตรดาว ขันจันทร์ (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม หรือ การสอนตามแนวคิด STS ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ พายัพ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนตามแนวคิด STS มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนาฏ วงค์คำ (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ที่เน้นกิจกรรมส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่ แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน โดยเน้นกิจกรรมส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สัณหวัช สอนท่าโก (2550) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนหอพระ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียน

Sarah Al-Mazroa (2017) ได้เปรียบเทียบผลของการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาที่เรียนในหลักสูตรสัตวบาล (Animal Science) ในมหาวิทยาลัยไอโอวาสเตท

(Iowa State University) ประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างนักศึกษาชั้นปีที่ 1 (Freshmen) กับนักศึกษาชั้นปีสุดท้ายก่อนที่จะจบการศึกษา (Senior) พบว่า นักศึกษาชั้นปีสุดท้าย มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Tyra L. Ousley (2012) ได้ศึกษาผลของบทเรียนจำลองออนไลน์ (Simulation and Online Case Study) ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ประจำมหาวิทยาลัยในเขตชิคาโก (Chicago) โดยการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างก่อนการทดลอง กับหลังการทดลอง แล้วพบว่า นักศึกษา คณะพยาบาลศาสตร์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในช่วงหลังการทดลอง สูงกว่าในช่วงก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยได้กล่าวมานั้น จะพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นอีกหนึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้

จากงานวิจัยทั้งด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น จะพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับในงานวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยจะขอนำเสนอกระบวนการดำเนินการวิจัย อย่างละเอียด ซึ่งกระบวนการวิจัยดังกล่าว จะแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อย่อย ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ได้แก่ ม.6/1, ม.6/2 และ ม.6/3 รวมจำนวน 3 ห้องเรียน 113 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งได้รับมาด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปให้นักเรียนชั้น ม.6/1 ได้ทำ จากนั้น นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลการทำแบบทดสอบ ไปใช้ในการคำนวณหาความยาก และอำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบทดสอบแต่ละข้อ จากนั้น คัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีความยากอยู่ระหว่าง 0.2 กับ 0.8 และมีอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2

3.2 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ทำก่อนที่จะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จากนั้น นำมาตรวจให้คะแนน แล้วบันทึกคะแนนลงในช่องของ “คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน” ในแบบบันทึก

3.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ทำหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเสร็จสิ้น จากนั้น นำมาตรวจให้คะแนน แล้วบันทึกคะแนนลงในช่องของ “คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน” ในแบบบันทึก

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ทำก่อนที่จะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จากนั้น นำมาตรวจให้คะแนน แล้วบันทึกคะแนนลงในช่องของ “คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน” ในแบบบันทึก

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ทำหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเสร็จสิ้น จากนั้น นำมาตรวจให้คะแนน แล้วบันทึกคะแนนลงในช่องของ “คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน” ในแบบบันทึก

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงสถิติทั้งหมด ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อรายงานผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ซึ่งประกอบไปด้วย

4.1 ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เป็นตัวเลข

ค่าเฉลี่ย หมายถึง ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งจะเป็นค่ากลางของข้อมูล โดยที่ค่าเฉลี่ย จะสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

X_i แทน ปริมาณของข้อมูลลำดับที่ i

n แทน จำนวนข้อมูล

4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หมายถึง การวัดการกระจายของกลุ่มข้อมูล จากค่ากลางของข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i แทน ปริมาณของข้อมูลลำดับที่ i

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

n แทน จำนวนข้อมูล

4.3 ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามในแบบทดสอบ

ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ เป็นการบ่งบอกว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบแต่ละข้อตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งวิธีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามในแบบทดสอบนั้น จะให้ผู้เชี่ยวชาญ หรือครูที่สอนอยู่ในสาขาวิชาเดียวกันกับเนื้อหาของข้อคำถามในแบบทดสอบ และมีวิทยฐานะครูที่สูงกว่าผู้สร้างแบบทดสอบ อย่างน้อย 3 คน เป็นผู้ให้คะแนนความคิดเห็นเท่านั้น ผู้สร้างแบบทดสอบ ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตนเอง

ส่วนความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามในแบบทดสอบนั้น สามารถอธิบายได้ตามปริมาณของดัชนีความสอดคล้อง หรือ IOC ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{N} R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อในแบบทดสอบ

R_i แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คนที่ i

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง คะแนนที่แทนคำอธิบายความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจะมีทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่

คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อคำถามในแบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องอย่างน้อย 0.5 เท่านั้น หาก ข้อคำถามข้อใด ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามนั้น ไมตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ไม่สามารถนำไปใช้ในการทดสอบกลุ่มตัวอย่างได้

4.4 ความยากของข้อคำถามในแบบทดสอบ

ดัชนีความยาก เป็น ปริมาณของตัวเลขที่แสดงถึงอัตราส่วนระหว่างผู้ที่ตอบถูก กับจำนวนผู้ตอบทั้งหมด เป็นตัวที่บ่งบอกว่า ข้อคำถามนั้น มีความยากง่ายเพียงใด โดยพิจารณาจากจำนวนผู้ที่ตอบถูก ถ้ามีผู้ตอบถูกมาก แสดงว่า ข้อคำถามง่าย แต่ถ้ามีผู้ตอบถูกน้อย แสดงว่า ข้อคำถามยาก ซึ่งดัชนีความยากนั้น จะสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีความยากของข้อคำถามแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

R_L แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N_H แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำทั้งหมด

ดัชนีของข้อคำถามที่สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ จะต้องมีดัชนีความยากอย่างน้อย 0.2 และไม่เกิน 0.8 หรือ $0.2 \leq P \leq 0.8$

4.5 อำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบทดสอบ

อำนาจจำแนก เป็นปริมาณของตัวเลขที่บ่งบอกว่า ข้อคำถามข้อนั้น สามารถจำแนกผู้เรียนที่เรียนเก่ง หรือผู้ที่มีความรู้ กับผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือผู้ที่ไม่มีความรู้ ได้มากน้อยเพียงใด หากอำนาจจำแนกเป็นบวก หมายถึง ข้อคำถามนั้น สามารถจำแนกผู้ที่มีความรู้กับผู้ที่ไม่มีความรู้ได้ แต่จะมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวเลขซึ่งจะสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H} = \frac{R_H - R_L}{N_L}$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อคำถามแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

R_L แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N_H แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำทั้งหมด

ข้อคำถามที่สามารถนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้ ควรจะมีค่าอย่างน้อย +0.2 หากอำนาจจำแนกติดลบ นั่นหมายความว่า ข้อคำถามนั้น ไม่สามารถจำแนกนักเรียนที่เก่งกับนักเรียนที่อ่อนได้ ควรตัดทิ้ง

4.6 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เป็นปริมาณที่บ่งบอกถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ชนิด ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวเลข นอกจากนี้ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ยังมีค่าได้ทั้งบวกและลบ กล่าวคือ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสอง อาจมีความสัมพันธ์กันทางบวก หรือขัดแย้งกัน หรือมีความสัมพันธ์ในทางลบก็เป็นได้ ฉะนั้น สรุปว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ต่างก็มีทั้งขนาดและทิศทาง โดยที่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จะสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$r = \frac{COV(X,Y)}{(SD_X)(SD_Y)}$$

เมื่อ $COV(X,Y) = \frac{\sum[(x)(y)]}{n-1}$ แทน ความแปรปรวนร่วม

$x = X - \bar{X};\ \bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวแปร X

$y = Y - \bar{Y};\ \bar{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวแปร Y

$SD_X = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n_x}}$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร X

$SD_Y = \sqrt{\frac{\sum(Y-\bar{Y})^2}{n_y}}$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร Y

หลังจากที่คำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สมการข้างต้นแล้ว จะต้องนำไปตรวจสอบการมีอยู่จริง หรือสหสัมพันธ์นั้น เป็นความจริงหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบการมีอยู่จริงของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้น จะต้องมีข้อมูลของ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ และองศาอิสระ (หรือจำนวนกลุ่มตัวอย่างลบด้วย 2 ในกรณีของงานวิจัยฉบับนี้) หลังจากนั้นจึงนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ ไปเปรียบเทียบกับตารางค่าวิกฤติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Rohlf & Sokal (1995) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปภาพที่ 3.1

TABLE R Critical values for correlation coefficients

ν	α	1	ν	α	1	ν	α	1	ν	α	1
1	.05	.997	13	.05	.514	24	.05	.388	70	.05	.232
	.01	1.000		.01	.641		.01	.496		.01	.302
2	.05	.950	14	.05	.497	25	.05	.381	80	.05	.217
	.01	.990		.01	.623		.01	.487		.01	.283
3	.05	.878	15	.05	.482	26	.05	.374	90	.05	.205
	.01	.959		.01	.606		.01	.478		.01	.267
4	.05	.811	16	.05	.468	27	.05	.367	100	.05	.195
	.01	.917		.01	.590		.01	.470		.01	.254
5	.05	.754	17	.05	.456	28	.05	.361	125	.05	.174
	.01	.874		.01	.575		.01	.463		.01	.228
6	.05	.707	18	.05	.444	29	.05	.355	150	.05	.159
	.01	.834		.01	.561		.01	.456		.01	.208
7	.05	.666	19	.05	.433	30	.05	.349	200	.05	.138
	.01	.798		.01	.549		.01	.449		.01	.181
8	.05	.632	20	.05	.423	35	.05	.325	300	.05	.113
	.01	.765		.01	.537		.01	.418		.01	.148
9	.05	.602	21	.05	.413	40	.05	.304	400	.05	.098
	.01	.735		.01	.526		.01	.393		.01	.128
10	.05	.576	22	.05	.404	45	.05	.288	500	.05	.088
	.01	.708		.01	.515		.01	.372		.01	.115
11	.05	.553	23	.05	.396	50	.05	.273	1,000	.05	.062
	.01	.684		.01	.505		.01	.354		.01	.081
12	.05	.532				60	.05	.250			
	.01	.661					.01	.325			

ภาพที่ 3.1 แสดงตารางค่าวิกฤติของสหสัมพันธ์เพียร์สัน

การมีอยู่จริงของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นการยืนยันความน่าเชื่อถือของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ชนิด หรือตัวแปรทั้ง 2 ตัว ไม่ว่าจะเป็นบวกหรือลบก็ตาม หากค่าสัมบูรณ์ของขนาดของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มากกว่าค่าวิกฤติ แสดงว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้น มีอยู่จริง หรือเป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีความน่าเชื่อถือสูง

หลังจากที่พิสูจน์ได้แล้วว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ มีอยู่จริงแล้ว ลำดับต่อไป คือ การแปลความหมาย จากปริมาณของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ซึ่งเป็นตัวเลข ให้เป็นข้อความ หรือระดับคุณภาพของสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ จะใช้เกณฑ์การแปลความหมายของ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2557, น. 53) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังที่ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงเกณฑ์การแปลความหมายของปริมาณของสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ปริมาณของสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์	**ผลการแปลความหมาย**
$\|r\| < 0.3$	มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับต่ำ
$0.3 \leq \|r\| < 0.5$	มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง
$0.5 \leq \|r\| < 0.7$	มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง
$\|r\| \geq 0.7$	มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูงมาก

4.7 การทดสอบค่าทีแบบอิสระหางเดียว

สำหรับในงานวิจัยฉบับนี้ จะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน กับคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพิสูจน์ว่า คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนนั้นมีค่ามากกว่าคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นการตั้งสมมติฐานอย่างมีทิศทาง ดังนั้น การทดสอบทีระหว่างคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน กับคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนจึงเป็นการทดสอบทีแบบอิสระหางเดียว หรือ One-tailed Independent t-test โดยจะอาศัยสมการในการคำนวณว่า

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{SD_1^2}{n_1} + \frac{SD_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่ 1 และข้อมูลชุดที่ 2 ตามลำดับ

SD_1, SD_2 แทน ส่วนเบี่ยงเบนของข้อมูลชุดที่ 1 และข้อมูลชุดที่ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 แทน จำนวนของข้อมูลชุดที่ 1 และข้อมูลชุดที่ 2 ตามลำดับ

หลังจากที่ได้ t-test แล้ว จึงนำไปเปรียบเทียบกับตารางค่าวิกฤติของค่า t-test และพิจารณาค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ (α: แอลฟา) และค่าองศาอิสระ (degree of freedom) หากมากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าหากน้อยกว่าค่าวิกฤติ แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

และเนื่องจากเป็นการทดสอบหางเดียวหรือนำผลการทดสอบทีไปแปลผลว่าคะแนนหลังเรียน มากกว่าคะแนนก่อนเรียนหรือไม่ เมื่อได้ผลการทดสอบที ที่มีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว จะต้องมาพิจารณาที่เครื่องหมายว่า เป็นบวกหรือเป็นลบ ถ้าเป็นบวกแสดงว่าคะแนนหลังเรียน มากกว่าคะแนนก่อนเรียน

4.8 การแปลความหมายจากร้อยละของคะแนนเป็นระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ร้อยละของคะแนน ระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์กันดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงเกณฑ์ในการแปลความหมายจากร้อยละของคะแนน ตัวเลขแสดงระดับคุณภาพ และค่าเฉลี่ยของตัวเลขแสดงระดับคุณภาพ ไปเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ร้อยละของคะแนน	ตัวเลขแสดงระดับคุณภาพ	ผลการแปลความหมายจากระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ผลการแปลความหมายจากระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
81 – 100	5	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงมาก	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงมาก
61 – 80	4	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูง	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง
41 – 60	3	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณปานกลาง
21 – 40	2	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่ำ	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ
0 – 20	1	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่ำมาก	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำมาก

4.9 ความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ความเที่ยงของแบบทดสอบ เป็นปริมาณที่บ่งบอกถึงความคงที่ของการวัด หรือนำเครื่องมือชนิดเดิมไปทดสอบหลาย ๆ ครั้ง ก็ย่อมได้ผลการใช้เครื่องมือที่เหมือนกันในทุก ๆ ครั้ง สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียวเท่านั้น จึงจะต้องเลือกวิธีการตรวจสอบความเที่ยง หรือความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งมีสมการว่า

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบหลังเรียน (เครื่องมือวิจัย)

k แทน จำนวนข้อคำถาม

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (จำนวนผู้ตอบถูก/จำนวนผู้ตอบทั้งหมด)

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (จำนวนผู้ตอบผิด/จำนวนผู้ตอบทั้งหมด)

โดยแบบทดสอบที่ดีนั้น ควรจะมีความเที่ยงหรือความเชื่อมั่นอย่างน้อย 0.7

5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

5.1 ทำแผนการจัดการเรียนรู้ วิชา ฟิสิกส์ 5 ที่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งจะมีทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ และ 16 แผนการจัดการเรียนรู้

5.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ฉบับละ 40 ข้อ

5.3 จัดทำแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และนำไปใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประเมินคะแนนความสอดคล้องหรือ IOC หลังจากที่ได้รับการประเมิน IOC แล้ว จะนำมาค่าเฉลี่ย และพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยของ IOC มากกว่า 0.5 เท่านั้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่นำไปใช้ในการทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้

5.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม.6/1 โดยการให้นักเรียนชั้น ม.6/1 ทำแบบทดสอบ จากนั้น นำมาตรวจให้คะแนน และคำนวณหาค่าความยาก-อำนาจจำแนก หรือ p-r ของข้อคำถามแต่ละข้อ หากข้อคำถามข้อใดที่มีความยากอยู่ระหว่าง 0.2 กับ 0.8 และมีอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2 ถือว่า ข้อคำถามนั้น สามารถนำไปใช้ทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ โดยแบบทดสอบฉบับนี้ มีค่า p อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.87

5.5 เก็บรวบรวมคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ทำก่อนที่จะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

5.6 เก็บรวบรวมคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ทำหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเสร็จสิ้น แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

5.7 เก็บรวบรวมคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน โดยการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ทำก่อนที่จะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

5.8 เก็บรวบรวมคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน โดยการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ทำหลังจากที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเสร็จสิ้น แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

5.9 คำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้งช่วงก่อนเรียนและหลังเรียน

5.10 คำนวณหาผลการทดสอบทีแบบอิสระหางเดียว ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน แล้วเปรียบเทียบผลการทดสอบทีของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับค่าวิกฤติที่องศาอิสระ 28 (df=28) และที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.11 คำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งช่วงก่อนเรียนและหลังเรียน

5.12 คำนวณหาผลการทดสอบทีแบบอิสระหางเดียว ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วเปรียบเทียบผลการทดสอบทีของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับค่าวิกฤติที่องศาอิสระ 28 (df=28) และที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.13 นำคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไปใช้ในการคำนวณหาความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสันที่ 20 หรือ KR-20 ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.58

5.14 นำคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน ไปใช้ในการคำนวณหาความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสันที่ 20 หรือ KR-20 ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82

5.15 นำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาใช้ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน แล้วแปลความหมายว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างไร

6. ปฏิทินการดำเนินการวิจัย

สำหรับปฏิทินดำเนินการวิจัยนั้น จะแสดงกระบวนการทำงานตลอดช่วงระยะเวลาของการวิจัย ซึ่งสามารถแสดงได้โดยสังเขป ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงปฏิทินการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

ปีพุทธศักราช	เดือน	กิจกรรม		
2561	มีนาคม	ทำแผนการจัดการเรียนรู้		
	เมษายน	ทำแผนการจัดการเรียนรู้	ทำแบบทดสอบ แบบบันทึกคะแนน และแบบบันทึกระดับคุณภาพของความสามารถ	
	พฤษภาคม	ทำแบบทดสอบ แบบบันทึกคะแนน และแบบบันทึกระดับคุณภาพของความสามารถ	ทำหนังสือขอแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือ	ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ
	มิถุนายน	นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนห้องอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย พร้อมทั้งวิเคราะห์หาค่า P-r ของคำถามแต่ละข้อ	นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปให้นักเรียน ม.6/2 ได้ทำ จากนั้นตรวจให้คะแนนและบันทึกคะแนน	ทำแบบสอบถามความพึงพอใจ
	กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม	นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปให้นักเรียน ม.6/2 ได้ทำ จากนั้นตรวจให้คะแนนและบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึก		
	พฤศจิกายน	คำนวณหาผลการทดสอบที และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ		
	ธันวาคม	คำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		
2562	มกราคม กุมภาพันธ์	จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์		

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับในงานวิจัย เรื่อง ผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา ได้แบ่งหัวข้อในการวิเคราะห์ข้อมูลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งมีทั้งหมด 3 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน
2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อที่จะให้ผู้ที่ศึกษาเกิดความเข้าใจในการวิเคราะห์ข้อมูล และเป็นการทำให้การอธิบายในการวิเคราะห์ข้อมูลมีความกะทัดรัดมากขึ้น ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับงานวิจัย ดังนี้

1.1 เปรียบเทียบระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และ เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน

$\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ (แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์/คิดอย่างมีวิจารณญาณ) หลังเรียน

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ (แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์/คิดอย่างมีวิจารณญาณ) ก่อนเรียน

SD_1 แทน ส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ (แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์/คิดอย่างมีวิจารณญาณ) หลังเรียน

SD_2 แทน ส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ (แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์/คิดอย่างมีวิจารณญาณ) ก่อนเรียน

n_1 แทน จำนวนข้อมูลของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ (แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์/คิดอย่างมีวิจารณญาณ) หลังเรียน

n_2 แทน จำนวนข้อมูลของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ (แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์/คิดอย่างมีวิจารณญาณ) ก่อนเรียน

t แทน ผลการทดสอบทีแบบอิสระหางเดียว

$*$ แทน มีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

X แทน ระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

Y แทน ระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล

$\bar{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน

SD_X แทน ส่วนเบี่ยงเบนของระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

SD_Y แทน ส่วนเบี่ยงเบนของระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

$$x = X - \bar{X}$$
$$y = Y - \bar{Y}$$

2. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระหางเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t
ก่อนเรียน	30	8.20	4.74	9.83*
หลังเรียน	30	19.20	3.89	

* p < .01

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่า ผลการทดสอบที ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน มีค่าที่เท่ากับ 9.83 แสดงว่า คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนเรียน กับหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระหางเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t
ก่อนเรียน	30	8.80	2.86	8.19*
หลังเรียน	30	18.40	5.75	

* $p < .01$

จากตารางที่ 4.2 จะพบว่า ผลการทดสอบที ระหว่างคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนกับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน มีค่าที่เท่ากับ 8.19 แสดงว่า คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน สูงกว่าคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.3 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน หรือขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

	การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (*X*)	**การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (*Y*)**
การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (*X*)	-	-
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (*Y*)	0.62*	-

* $p < .01$

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ จากการใช้ข้อมูลของระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 0.62 ซึ่งถือว่าเป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีอยู่จริง เนื่องจากมีค่ามากกว่าค่าวิกฤติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และองศาอิสระ 28 คือ 0.463 และเมื่อนำค่าดังกล่าว ไปแปลความหมาย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ตารางที่ 3.1 จะพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับที่สูง เพราะฉะนั้น จึงสรุปว่า ถ้ามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก็จะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องนี้ ได้สรุปผลการทดลองหรือผลการวิจัย อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในช่วงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในช่วงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์ในทางบวก

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ที่เน้นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 6/2 และ 6/3 รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 113 คน

2) กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ซึ่งได้รับมาด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.4.3 แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.4.4 แบบบันทึกระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.4.5 แบบบันทึกระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.4.6 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.5 รูปแบบการวิจัย

สำหรับงานวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา จะประกอบไปด้วยงานวิจัยเชิงทดลองกลุ่มเดียว งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ และงานวิจัยเชิงสำรวจ แต่จะเน้นที่งานวิจัยเชิงทดลองกลุ่มเดียวเป็นหลัก เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.6.1 บันทึกคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ 5 ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

1.6.2 บันทึกคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิชาฟิสิกส์ 5 ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

1.6.3 บันทึกระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ลงในแบบบันทึก

1.6.4 บันทึกระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ลงในแบบบันทึก

1.7 ผลการวิจัย

1.7.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.7.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.7.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีขนาดของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.62 และมีขนาดของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง

2. อภิปรายผล

2.1 จากการเปรียบเทียบระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างช่วงก่อนเรียนกับช่วงหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น หรือนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในช่วงหลังเรียนสูงกว่าช่วงก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และงานวิจัยของพลกฤต โกฏิกุล (2555, น. 48-49) เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้รู้จักการวิเคราะห์ปัญหา สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อทำให้ความเป็นไปได้ในการคลี่คลายปัญหามีสูงขึ้น และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนอย่างถูกต้องเหมาะสม โดยนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (ฐิติยา ดวงจิต, 2555) เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และได้ฝึกฝนให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตในอนาคต (จิราภรณ์ แม็คกลาเดอร์รี, 2555) ฉะนั้น นักเรียนที่ได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น เนื่องจากได้ฝึกการวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบหรือวางแผนกระบวนการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ และบุคคลในวัยทำงานว่า เป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของงาน

2.2 จากการเปรียบเทียบระดับของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างช่วงก่อนเรียนกับช่วงหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น หรือนักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในช่วงหลังเรียนสูงกว่าช่วงก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 และงานวิจัยของจุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า (2549, น. 86) เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีกระบวนการหนึ่งที่สำคัญ และเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จของการแก้ปัญหา นั่นคือ การสืบเสาะหาความรู้หรือเนื้อหาต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหานั่นเอง เพราะ

เนื้อหาหรือข้อมูลที่สามารถค้นหาได้ตามแหล่งเรียนรู้ทั่วไป ต่างก็มีที่มาไม่เหมือนกัน บางข้อมูล มาจากการบอกเล่าต่อ ๆ กันมา บางข้อมูล มาจากความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ บางข้อมูล มาจากประสบการณ์ส่วนตน ซึ่งนี่ถือว่า เป็นสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ มีความน่าเชื่อถือที่ต่างกัน ฉะนั้น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หรือการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล จึงถูกนำมาสอดแทรกในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนที่จะมีการออกแบบกระบวนการแก้ไขปัญหานั้น ควรจะต้องมีการกลั่นกรองข้อมูลที่สำคัญเสียก่อน พิจารณาไตร่ตรองให้ถี่ถ้วนว่า ข้อมูลที่ผ่านการสืบค้นนั้น มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด สอดคล้องกับเนื้อหาของสถานการณ์ ประเด็นการเรียนรู้ หรือสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหรือไม่ (จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า, 2549) นอกจากนี้ ยังต้องมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อจัดระบบข้อมูลให้มีความน่าเชื่อถือ และสอดคล้องกับปัญหา เป็นข้อสนเทศ ที่ทำให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้ในสิ่งเดียวกัน และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายในชีวิตประจำวัน (ภักคีณี จีนามูล, 2555) ซึ่งไม่ได้มีเพียงแต่การแก้ไขปัญหาเท่านั้น แต่สามารถนำไปใช้ประโยชน์การตัดสินใจสถานการณ์ที่ตนกำลังเผชิญหน้าอยู่อย่างเด็ดขาด การสื่อสารข้อมูลที่เป็นประโยชน์ให้กับบุคคลรุ่นหลัง และการดำเนินชีวิตอยู่กับสังคมในยุคของโลกาภิวัตน์ได้อย่างสงบสุข ฉะนั้นสรุปว่า นักเรียนที่ได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น เนื่องจากได้ฝึกฝนการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับสถานการณ์ปัญหา และกระบวนการจัดระบบข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนได้ตระหนักว่า การตัดสินใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งลงไป ควรจะใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเองในการคิดพิจารณาไตร่ตรองเสียก่อน อีกทั้งยังต้องสร้างทางเลือกในการตัดสินใจที่หลากหลาย เพื่อลดโอกาสในการเกิดความผิดพลาดทั้งต่อตนเอง และผู้อื่นในสังคม

2.3 หลังจากที่คำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน พบว่า ความสามารถทั้งสองดังกล่าว มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ +0.62 ซึ่งถือว่า มีความสัมพันธ์กันในทางบวก และมีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 เนื่องจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะต้องอาศัยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จนกว่าจะได้ผลการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา (จรียารัตน์ ใช้ช้าง, 2556) และอาศัยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล กลั่นกรองข้อมูลที่เหมาะสมและมีความสำคัญในการแก้ปัญหา และกำหนดแนวทางในการตัดสินใจในการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน (นงนาฏ วงศ์คำ, 2554) ดังนั้น การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ถ้าขาดความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งไป ผลการแก้ปัญหาจะเกิดความผิดพลาด เช่น หากขาดความสามารถในการแก้ปัญหาไป ก็จะไม่สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ หรือถ้าขาดความสามารถในการคิดอย่างมี

วิจารณญาณ ก็อาจทำให้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาเกิดความคลาดเคลื่อน นำไปสู่ความผิดพลาดของงานได้ เพราะฉะนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ย่อมเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา หรือเสริมสร้างความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.1.2 สถานการณ์ปัญหาบางสถานการณ์ของกิจกรรมการเรียนรู้อาจมีความซับซ้อนมากเกินไป จนเกินระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน หรือบางสถานการณ์ อาจมีกระบวนการในการแก้ปัญหาที่มากเกินไป จนทำให้เวลาในกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เพียงพอ ฉะนั้น ครูผู้สอนควรที่จะเข้าไปให้ความช่วยเหลือในบางกระบวนการของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมไปอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อสร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหา ลดระดับความยากหรือความซับซ้อน และไม่ให้นักเรียนเกิดความเครียดในการทำกิจกรรมมากเกินไป

3.1.3 ครูผู้สอนควรจะศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ หากพบเจอนักเรียนที่มีปัญหา เช่น ไม่ให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงความรู้สึกในด้านลบ หรือแยกตัวออกจากนักเรียนคนอื่น ครูผู้สอนควรที่จะเข้าไปพูดคุย สอบถามสาเหตุ ให้กำลังใจ ใช้หลักการเสริมแรง เพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ แล้วค่อย ๆ สอนเนื้อหาให้กับนักเรียนคนนั้น หรือนักเรียนเหล่านั้น โดยใช้เทคนิควิธีเฉพาะ เช่น อธิบายเนื้อหาที่ง่ายต่อการเข้าใจ เชื่อมโยงความรู้เข้ากับชีวิตประจำวัน หรือใช้สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ จนกว่านักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาได้ทัน และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ได้บรรลุวัตถุประสงค์พร้อมกับนักเรียนคนอื่น ทั้งนี้ เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้สูงยิ่งขึ้น อีกทั้งยังลดความเหลื่อมล้ำของคะแนน เพราะถ้ายิ่งคะแนนมีความเหลื่อมล้ำ หรือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มากเกินไป อาจส่งผลกระทบต่อการสอนของครูในภาพรวมก็เป็นได้

3.1.4 เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะต้องอาศัยความสามารถของนักเรียนที่หลากหลาย ครูผู้สอนควรจะศึกษาและวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนทุกคนก่อนที่จะมีการแบ่งกลุ่ม และในหนึ่งกลุ่มควรจะมีนักเรียนที่มีความสามารถที่แตกต่างกันเพื่อที่จะได้ช่วยเหลือกัน ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมเพียงพอตามวัตถุประสงค์ของครู

3.1.5 ครูผู้สอนควรจะเอาใจใส่ในกระบวนการสืบค้นความรู้ที่เกี่ยวข้องเป็นพิเศษ เนื่องจากข้อมูลเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ทั้งในด้านของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์การ

เรียนรู้ และการนำไปใช้ประโยชน์มากมายในอนาคต จัดให้มีการประเมินความน่าเชื่อถือ มีการวิเคราะห์สาระสำคัญของเนื้อหาผ่านการอภิปราย ทั้งนี้ เพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และอาจส่งผลกระทบต่อผู้รับสารคนอื่น ๆ ด้วย

3.1.6 ผู้บริหาร และผู้อื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานศึกษา เช่น ผู้ปกครอง กรรมการสถานศึกษา ควรจะมีส่วนร่วมในการนำปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งในบริบทของชุมชน และบริบทของประเทศ มาเสนอต่อคณะครูในโรงเรียน เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้มากขึ้น

3.1.7 ผู้ปกครองของนักเรียนควรจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างที่อยู่ภายนอกสถานศึกษา แล้วรายงานให้คณะครู หรือผู้บริหารจากทางโรงเรียนได้ทราบ เพื่อนำผลมาใช้ในการวิเคราะห์นักเรียน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่น ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอันเป็นที่น่าพอใจ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาต่อได้ในอนาคต

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ผู้ที่จะทำการวิจัยประเภททดลอง แบบเปรียบเทียบข้อมูลก่อนการทดลองกับข้อมูลหลังการทดลอง และสร้างเครื่องมือการวิจัยเป็นแบบทดสอบขึ้นมาเอง ควรจะมีการกำหนดระยะเวลาในการวิจัยอย่างน้อย 1 ปีครึ่ง หรือ 3 ภาคเรียน โดยที่ภาคเรียนที่ 1 จะต้องทำการสร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือนั้น ภาคเรียนที่ 2 เป็นการเขียนโครงร่างงานวิจัย หรือวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และภาคเรียนที่ 3 จะดำเนินการทดลองตามที่ตัวรูปเล่มของงานวิจัยได้กำหนด และนำเครื่องมือที่ตรวจสอบคุณภาพแล้ว ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากนั้น จึงทำการวิเคราะห์ผล สรุปผล และอภิปรายผลเป็นการต่อไป หลังจากนั้น จึงทำเป็นรูปเล่มงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เนื่องจาก การนำเครื่องมือไปทดลองใช้ จะต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาครบถ้วนเสียก่อน เพื่อให้การวัดความยากและอำนาจจำแนกได้แม่นยำ นี่จึงเป็นสาเหตุที่ไม่สามารถนำเครื่องมือไปใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนเดียวกันกับภาคเรียนที่นำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้

3.2.2 ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจมีกิจกรรมที่พัฒนาความสามารถอื่น ๆ ที่สำคัญ ฉะนั้น จึงอยากให้ผู้ที่จะทำงานวิจัยนำกระบวนการของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในด้านอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อตัวของนักเรียน และสังคมของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ด้วย เช่น ความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ความสามารถในการปรับตัวเข้ากับผู้อื่น เป็นต้น

3.2.3 ควรนำกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาฟิสิกส์ ไปใช้ทดลองกับนักเรียนในสายชั้นมัธยมศึกษาอื่น ๆ ทั้งกลุ่มของนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ และกลุ่มของ

นักเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งกำหนดจุดมุ่งหมายไปในทางของการพัฒนาทักษะทางวิชาชีพ หรือทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะที่ส่งเสริมในการดำเนินชีวิต

3.2.4 ในการวิจัยต่อยอดครั้งต่อไป ควรจะมีการปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัย เช่น สร้างแบบทดสอบอัตนัย ที่เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ได้ผลการวัดที่แม่นยำ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพที่ตนเองมีอยู่

3.2.5 ผู้ศึกษาที่ต้องการจะต่อยอดงานวิจัย อาจต้องเปลี่ยนรูปแบบการวิจัยมาเป็น การวิจัยประเภททดลอง 2 กลุ่ม (กลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม) หรือการวิจัยประเภททดลองกลุ่มเดียว (เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างก่อนกับหลัง) แต่จะต้องใช้เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากงานวิจัยของผู้อื่นมาใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อลดระยะเวลาในการวิจัย

3.2.6 ผู้บริหารสถานศึกษา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานศึกษา ควรจะส่งเสริมให้ครูที่ทำหน้าที่ในการสอนนักเรียนได้ทำงานวิจัยประเภททดลอง โดยเน้นผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการประกอบวิชาชีพ เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ให้กับนักเรียน แล้วนำไปใช้ในการดำรงชีวิตด้วยตนเองได้

3.2.7 คณะบุคลากร และผู้บริหารสถานศึกษา ควรจะให้ความร่วมมือกับครูผู้สอนที่ทำงานวิจัย ในการนำข้อสอบในคลังข้อสอบที่มีความทันสมัย มาใช้เป็นเครื่องมือในการทดสอบความสามารถของนักเรียน เพื่อการวัดผลที่แม่นยำ และช่วยลดระยะในการวิจัยของครูผู้สอนได้ไม่มากก็น้อย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน. *สารานุกรมศึกษาศาสตร์*, 34, 77-80.

จรียารัตน์ ใช้ช้าง. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

จันทร์เพ็ญ พวงสมบัติ. (2553). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

จันทิมา สำนักโนน. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.

จิราภรณ์ แม็คกลาเดอร์รี่. (2555). *การใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนภาษาอังกฤษและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า. (2549). *ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถด้านการคิดวิจารณญาณของ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ฉัตรดาว ขันจันทร์. (2554). *ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ชัยพฤกษ์ กุสุมาพรรณโญ และไวกูณฐ์ สถาปนาวัตร. (2547). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก*. กรุงเทพฯ: บุ๊คเน็ท.

ฐิติยา ดวงจิต. (2555). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสตรีพัทลุง จังหวัดพัทลุง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

นงนาฏ วงค์คำ. (2554). *ผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 7 อี ที่เน้นกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2557). การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ: สถิติบรรยาย และสถิติพาราเมตริก. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน.* (หน่วยที่ 10). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสัมมนาหลักสูตรและการเรียนการสอน.* (หน่วยที่ 8). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด.* กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประพิศ ปัทมัตย์. (2551). *การเปรียบเทียบผลของการสอนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในเครือข่ายป่าพะยอม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพัทลุง เขต 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

พลกฤต โกฏิกุล. (2555). *ผลการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการ เคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลบ้านคูหาสวรรค์ จังหวัดพัทลุง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

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

ไพลิน สว่างเมฆารัตน์. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

ภักคีณี จีนามูล. (2555). *ผลการสอนแบบ 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

วงเดือน วงษ์พันธ์. (2551). *ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ลำปาง.

วิไลวรรณ พงษ์ชุบ. (2553). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับแบบสืบเสาะหาความรู้.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์).. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.

วีระ เตโช. (2549). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง สภาพและปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักกับวิธีสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา.

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ. (2554). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. สืบค้นจาก http://www.tmk.ac.th/Analysis/sriruk.pdf.

ศศิธร เจียมโคกสูง. (2552). *ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สรพงษ์ สมสอน. (2546). *ผลการเรียนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้คอมพิวเตอร์ ที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สัณหวัช สอนท่าโก. (2550). *การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สายันต์ ขอนสัก. (2552). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น กับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การปลูกพืชผักสวนครัวโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สุวรรณา วงษ์วิเชียร. (2553). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่อง การคุ้มครองสิทธิผู้บริโภค กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน กับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบหมวกความคิดหกใบ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

เสาวรัตน์ คำอ่อน. (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณญาณ และการยอมรับนับ ถือตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบซินเนคติกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

โสภา โครตสมบัติ. (2554). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิจารณญาณ รายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนเว็บเควสท์กับบทเรียนบนเครือข่ายแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

เหรียญทอง สุดสังข์. (2550). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องคุณธรรมจริยธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และโดยใช้สถานการณ์จำลอง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

อลิศรา ศรีสร้อย. (2554). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบปกติ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). *ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อำพร ไตรภัทร. (2549). *คู่มือการเรียนการสอนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์.* ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.

อุมาพร ชัยปรีชา. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Amulya A. (2017). *T-test using Python and Numpy*. Retrieved from https://towardsdatascience .com/inferential-statistics-series-t-test-using-numpy-2718f8f9bf2f.

Benjamin W. E. (2017). *Improving Undergraduates' Problem-solving Skills Through Video Gameplay (Doctoral Dissertation).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 10635906).

Christopher A. G. (2014). *A Comparision of Learner Self-Regulation in Online and face-to-face Problem-Based Learning Courses (Doctoral Dissertation).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3648437).

Daniell DiFrancesca. (2015). *The Impact of Writing Prompts on Learning During Ill-Structured Problem Solving (Doctoral Dissertation).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 10110537).

Ennis, R.H. (1985). A Logical Basic for Measuring Critical Thinking Skills. *Journal of Educational Leadership*, 43, 45-48.

Eva Wegrzecka-Kowalewski. (2018). *Critical Thinking in Intensive Language Programs for International Students in U.S. University (Doctoral dissertation)*. Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 13819975).

Hilary A. P. (2017). *The Effects of Problem-Based Learning on the Math Anxiety, Self-efficacy and Math Achievement of Elementary Student (Research Project).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 10622838).

Ilghelich Nadimi. (2012*). Coastal Community-based Protocols and Guidelines for Adaptation Planning (Master's Thesis).* Available from Heritage Branch database. (ISBN No. 978-0-494-86180-6).

LEE, Yu Kiu, Raymond. (2017). *Teachers' Beliefs, Confidence and Practice and Students' Achievement in Cultivating Critical Thinking in Primary Music Education in Hong Kong (Doctoral Dissertation).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 10267915).

Nancy K. L. (2014). *How Professors Infuse Critical Thinking into College Courses (Doctoral Dissertation).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3645747).

Nurullizam Jamiat. (2018). *Designing Problem Based Learning for Teacher in Malaysia: A Study of the Nine-step Problem Design Process (Doctoral Dissertation).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 10685790).

Patricia A. W. (2015). *Scenario Development for Problem-based Learning: Learner as Developers (Doctoral Dissertation).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3727105).

Rohlf & Sokal (1995). Critical Values for the correlation coefficient. Retrieved from http://www.mun.ca/biology/scarr/Critical_Values_of_r.htm.

Valerie L. H. (2016). *Changing Places in Teaching and Learning: A Qualitative Study on The Facilitation of Problem-based Learning (Doctoral Dissertation).* Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 10242971).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. นายคณิศร ท้าวนอก	ครู อันดับ คศ.2 วิทยฐานะ ชำนาญการ โรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา วุฒิการศึกษา พุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขา การบริหารการศึกษา
2. นางสมสมร อภิญญาพงศ์	ครู อันดับ คศ.2 วิทยฐานะ ชำนาญการ โรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต สาขา วิชาฟิสิกส์
3. นายวันชัย คชเรนทร์	ครู อันดับ คศ.1 โรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา วิชาฟิสิกส์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ที่เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หน่วยที่ 4

ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ความรู้ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง	ความสามารถของนักเรียนที่ต้องการจะพัฒนา
4.1	ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย	การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4.2	โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย	ปฏิกิริยานิวเคลียร์	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชื่อวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว 30205ชั้น ม.6/2 ภาคเรียนที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ เวลา 10 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.1 ชื่อแผน ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย เวลา 5 ชั่วโมง

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด (รายวิชาพื้นฐาน)

มาตรฐาน ว 6.4

ตัวชี้วัด ม.6/14 อธิบายและคำนวณ กัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้ง ทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 เพื่อให้นักเรียนอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับ สมการคำนวณหาปริมาณรังสีที่เหลือ หลังจากที่มีการสลายตัวไปได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (ด้านความรู้: K)

2.2* เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” อธิบายลักษณะของบุคคลที่ B ซึ่งเป็นผู้ป่วย จะได้พบ ในวันที่ B สามารถออกจากโรงพยาบาลได้แล้ว (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.3* เพื่อให้นักเรียนได้ระบุหรืออธิบายประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการ (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.4 เพื่อให้นักเรียนกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัญหา โดยการกำหนด สิ่งที่สถานการณ์ให้มา และความรู้ที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.5 เพื่อให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ได้แก่ การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และฟังก์ชันลอการิทึม (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.6* เพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับ ประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการ โดยการนำความรู้ที่สืบค้น มาใช้ในการแก้ปัญหาภายในเวลาที่กำหนด (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.7* เพื่อให้นักเรียนได้สร้างแนวคิดสำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ผ่านการจัดระบบข้อมูลที่ผ่านการสืบค้นหรือข้อมูลที่ได้กำหนดมาให้ (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.8 เพื่อให้นักเรียนวางแผนกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” และดำเนินการตามแผนที่กำหนดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.9 เพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอผลการแก้ปัญหาในหัวข้อ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ตามแผนกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้กำหนด พร้อมทั้งนำความรู้มาใช้อธิบายประกอบกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล (ด้านความรู้: K)

2.10* เพื่อให้นักเรียนได้ระบุ อธิบาย หรือนำเสนอข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการ พร้อมทั้งอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่สมเหตุสมผลกับข้อสรุปที่นักเรียนได้นำเสนอ (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.11 เพื่อให้นักเรียนได้ระบุประสบการณ์เรียนรู้ที่นักเรียนได้รับ ความรู้ที่นักเรียนได้รับ และการนำความรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อ “การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี” ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ด้านทัศนคติ: A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

3.1 เมื่อธาตุกัมมันตรังสีซึ่งมีครึ่งชีวิตเป็น $t_{\frac{1}{2}}$ วินาที และมีปริมาณเดิมเป็น N_0 ได้สลายตัวโดยใช้ระยะเวลา t วินาที จะมีปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีหลงเหลืออยู่ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ เมื่อ λ แทน ค่าคงที่การสลายตัว ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\lambda = \frac{0.7}{t_{\frac{1}{2}}}$

4. ทักษะค่อมวิชา

4.1 ทักษะการสืบค้นข้อมูล

4.2 ทักษะการสื่อสาร

4.3 ทักษะการจัดกระทำข้อมูล

4.4 ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.5 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5. ความเข้าใจที่คงทน

5.1 แนวคิดที่สำคัญในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” จะต้องอาศัยสมการแนวคิดดังต่อไปนี้ 1) รังสีที่หลงเหลืออยู่ หลังจากการสลายตัว สามารถคำนวณได้จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ และ 2) ค่าคงที่การสลายตัว หรือ λ มีค่าเท่ากับ $\lambda = \frac{0.7}{t_{\frac{1}{2}}}$

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร

6.2 ความสามารถในการคิด

6.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

6.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

7.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

7.2 ซื่อสัตย์สุจริต

7.3 มีวินัย

7.4 ใฝ่เรียนรู้

7.5 อยู่อย่างพอเพียง

7.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

7.7 รักความเป็นไทย

7.8 มีจิตสาธารณะ

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

8.1 ศึกษาสถานการณ์ในหัวข้อ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” อย่างละเอียด

8.2 ระบุ และอธิบาย คุณสมบัติของบุคคลที่จะไปรับ B ซึ่งเป็นสมาชิกครอบครัวที่เป็นผู้ป่วย

8.3 ระบุ อธิบาย หรือนำเสนอว่า เนื้อหาของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

8.4 วิเคราะห์สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” พร้อมทั้ง ระบุ อธิบาย หรือนำเสนอ สิ่งที่สถานการณ์ให้มา และความรู้เดิม หรือแนวคิดสำคัญต่อการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย”

8.5 ร่วมกันสืบค้นข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ได้แก่ การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และฟังก์ชันลอการิทึม จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ภายในห้องเรียน

8.6 ตั้งสมมติฐาน หรือคาดเดาข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ที่น่าจะเป็นไปได้อย่างรวดเร็วที่สุด หรืออธิบายสมมติฐานให้เสร็จสิ้นภายในระยะเวลาที่กำหนด

8.7 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเดียวกัน นำข้อมูลเกี่ยวกับ “การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และฟังก์ชันลอการิทึม” ที่ผ่านการสืบค้นมาร่วมอภิปรายภายในกลุ่มกับนักเรียนคนอื่น ๆ เพื่อเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น สรุปสาระสำคัญ และประเมินความถูกต้องในการอ้างอิง ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ความสอดคล้องกับปัญหาหรือสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

8.8 ในแต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทนนักเรียนออกมา 1-2 คน แล้วนำข้อมูลเกี่ยวกับ “การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และฟังก์ชันลอการิทึม” ที่ผ่านการอภิปรายภายในกลุ่มของนักเรียน ไปร่วมอภิปรายกับผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อสร้างข้อสนเทศที่เป็นความรู้ใหม่ ที่นักเรียนทุกคนจะสามารถรับรู้ได้ในสิ่งเดียวกัน

8.9 ให้นักเรียนที่ร่วมการอภิปรายระหว่างกลุ่มทุกคน ร่วมกันนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับ “การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และฟังก์ชันลอการิทึม” ที่ผ่านการอภิปรายระหว่างกลุ่มหน้าชั้นเรียน รวมถึงใช้เทคนิคในการทำให้นักเรียนทุกคนที่ฟังเข้าใจได้ง่ายขึ้น

8.10 นักเรียนในกลุ่ม ร่วมกันนำความรู้เกี่ยวกับ “การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และฟังก์ชันลอการิทึม” ที่ผ่านการอภิปราย กับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้เกี่ยวกับสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” มาเป็นแนวทางในการกำหนดกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย”

8.12 นักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้ไขปัญหาของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ตามกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ที่กลุ่มของนักเรียนได้กำหนด

8.13 นักเรียนแต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” โดยจะต้องปฏิบัติกิจกรรมตามที่ครูได้กำหนด ตามลำดับดังนี้

1. บอกเล่าสถานการณ์โดยสรุป
2. อธิบายประเด็นหรือหัวข้อของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ
3. แนวคิดสำคัญในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์
4. อธิบายกระบวนการสร้างข้อสรุปแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งแสดงการดำเนินการหลังจากที่ได้อธิบายขั้นตอนนั้น
5. นำเสนอข้อสรุปของสถานการณ์ พร้อมทั้งอ้างอิงแนวคิดสำคัญอย่างสมเหตุสมผล

9. การวัดและประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน
อธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี	อธิบายเนื้อหาได้ครบถ้วนตามประเด็นการประเมิน มีความละเอียด ยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย มีความชัดเจน ถูกต้อง และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นได้เข้าใจ	อธิบายเนื้อหาได้ครบถ้วนตามประเด็นการประเมิน มีความละเอียด มีความชัดเจน ถูกต้อง และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นได้เข้าใจ	อธิบายเนื้อหาได้ครบถ้วนตามประเด็นการประเมิน และอธิบายได้ถูกต้องบางส่วน หรืออธิบายได้พอเข้าใจ	อธิบายเนื้อหาไม่ครบถ้วนตามประเด็นการประเมิน
ศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” อธิบายลักษณะของบุคคลที่ B ซึ่งเป็นผู้ป่วย จะได้พบในวันที่ B สามารถออกจากโรงพยาบาลได้แล้ว	ระบุ อธิบาย และนำเสนอว่า “จากการศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์ ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย พบว่า บุคคลที่จะสามารถไปรับ B ที่เป็นผู้ป่วย จะต้องมีวันที่สะดวกจะไปรับ ตรงกับวันที่ B จะสามารถออกจากโรงพยาบาลได้ เนื่องจากปริมาณของรังสี เหลือน้อยกว่าตามที่หมอได้กำหนดไว้แล้ว	ระบุ อธิบาย และนำเสนอว่า “จากการศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์ ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย พบว่า บุคคลที่จะสามารถไปรับ B ได้ จะต้องมีวันที่สะดวกจะไปรับตรงกับวันที่ B จะสามารถออกจากโรงพยาบาลได้	ระบุ อธิบาย และนำเสนอว่า “บุคคลที่จะสามารถไปรับ B ได้ จะต้องมีวันที่สะดวกจะไปรับ ตรงกับวันที่ B จะสามารถออกจากโรงพยาบาลได้	ไม่สามารถอธิบายลักษณะของบุคคลที่จะไปรับ B ได้
ระบุหรืออธิบายประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการ	แสดงพฤติกรรมการศึกษาสถานการณ์อย่างละเอียด และอธิบายประเด็นของข้อสรุปได้สอดคล้องกับสถานการณ์ พร้อมทั้งมีการอ้าง	แสดงพฤติกรรมการศึกษาสถานการณ์อย่างละเอียด และอธิบายประเด็นของข้อสรุปได้	อธิบายประเด็นของข้อสรุปได้สอดคล้องกับสถานการณ์	อธิบายประเด็นของข้อสรุปได้ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือไม่สามารถอธิบายได้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	เหตุผลประกอบการอธิบายนั้น	สอดคล้องกับสถานการณ์		
กำหนดปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัญหา โดยการกำหนดสิ่งที่สถานการณ์ให้มา และความรู้ที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย”	อธิบาย หรือนำเสนอประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ, แสดงการวิเคราะห์ปัญหาได้ครบถ้วน ได้แก่ สิ่งที่สถานการณ์ให้มา และความรู้ที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน และมีการยืนยันความน่าเชื่อถือด้วยพยานหลักฐานที่หลากหลาย	อธิบาย หรือนำเสนอประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ, แสดงการวิเคราะห์ปัญหาได้ครบถ้วน ได้แก่ สิ่งที่สถานการณ์ให้มา และความรู้ที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน	อธิบาย หรือนำเสนอประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ, แสดงการวิเคราะห์ปัญหาได้ครบถ้วน ได้แก่ สิ่งที่สถานการณ์ให้มา และความรู้ที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ได้ถูกต้อง แต่ยังขาดความชัดเจนในบางเนื้อหาหรือบางประเด็น	ไม่สามารถอธิบายหรือนำเสนอประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการได้ หรือไม่สามารถแสดงการวิเคราะห์ปัญหาได้
สืบค้นข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ได้แก่ การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และฟังก์ชันลอการิทึม	สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ และอธิบายความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลกับปัญหาได้อย่างชัดเจน	สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์	สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ภายในห้องเรียน สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์	สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ภายในห้องเรียน แต่ข้อมูลไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์
ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการ	ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ มีการอ้างอิงเหตุผลและกระบวนการที่นำมาสู่การ	ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ มีการอ้างอิงเหตุผล หรือ	ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ มีการอ้างอิงเหตุผล และมีความเป็นไปได้ใน	ตั้งสมมติฐานที่ไม่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ หรือไม่มีการอ้างอิงเหตุผลประกอบกับการ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	ตั้งสมมติฐานได้อย่างชัดเจน และมีความเป็นไปได้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	กระบวนการที่นำมาสู่การตั้งสมมติฐานได้อย่างชัดเจน และมีความเป็นไปได้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	การสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	ตั้งสมมติฐานหรือไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้
สร้างแนวคิดสำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ผ่านการจัดระบบข้อมูลที่ผ่านการสืบค้นหรือข้อมูลที่ได้กำหนดมาให้	แสดงพฤติกรรมการจัดระบบข้อมูลได้ถูกต้องครบทุกกระบวนการ และปฏิบัติตามกระบวนการเรียนรู้ของกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	แสดงพฤติกรรมการจัดระบบข้อมูลได้ถูกต้องครบทุกกระบวนการ และทั้งได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	แสดงพฤติกรรมการจัดระบบข้อมูลได้ถูกต้องบางกระบวนการ และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์บางกระบวนการ	แสดงพฤติกรรมการจัดระบบข้อมูลไม่ครบทุกกระบวนการหรือไม่สามารถสร้างแนวคิดที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ได้
วางแผนกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” และดำเนินการตามแผนที่กำหนดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ที่เหมาะสม และดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหาทุกขั้นตอนอย่างเคร่งครัด และไม่ขาดตกบกพร่อง รวมถึงใส่ใจทุกรายละเอียดในการดำเนินการแก้ปัญหา	กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ที่เหมาะสม และดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหาทุกขั้นตอนอย่างเคร่งครัด และไม่ขาดตกบกพร่อง รวมถึงให้ความใส่ใจในกระบวนการแก้ปัญหาหรือการ	กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ที่เหมาะสม และดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหาทุกขั้นตอน	ไม่สามารถกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ได้ หรือไม่ดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์เป็นพิเศษ	สร้างข้อสรุปของสถานการณ์บางกระบวนการเป็นพิเศษ		
นำเสนอผลการแก้ปัญหาในหัวข้อ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ตามแผนกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้กำหนด พร้อมทั้งนำความรู้มาใช้อธิบายประกอบกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล	นำเสนองาน ได้ครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ครูกำหนด มีการอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่ผ่านการอภิปรายได้สอดคล้องกับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ทุกกระบวนการ อีกทั้งยังสามารถแสดงการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ได้เป็นอย่างดี	นำเสนองาน ได้ครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ครูกำหนด มีการอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่ผ่านการอภิปรายได้สอดคล้องกับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ทุกกระบวนการ	นำเสนองาน ได้ครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ครูกำหนด มีการอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่ผ่านการอภิปรายได้สอดคล้องกับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ในบางกระบวนการ	นำเสนองาน ได้ไม่ครบถ้วนตามกิจกรรมที่ครูกำหนด หรือไม่มีการอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่ผ่านการอภิปรายหรือความรู้หรือแนวคิด นั้น ไม่สอดคล้องกับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์
อธิบาย หรือนำเสนอข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการ พร้อมทั้งอ้างอิงแนวคิดที่สอดคล้องกับข้อสรุปนั้นที่นักเรียนได้นำเสนอ	ข้อสรุปมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ และมีการอ้างอิงความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือและความรู้ผ่านการอภิปรายได้อย่างสมเหตุสมผล	ข้อสรุปมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ และมีการอ้างอิงความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือหรือความรู้ผ่านการอภิปรายได้อย่างสมเหตุสมผล	ข้อสรุปมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ และมีการอ้างอิงความรู้จากความรู้ผ่านการอภิปราย แต่ยังไม่ขาดความสมเหตุสมผล	
ระบุประสบการณ์เรียนรู้ที่นักเรียนได้รับ	ระบุหรืออธิบายได้ครบถ้วน ชัดเจน ตรง	ระบุหรืออธิบายได้ครบถ้วน ชัดเจน	ระบุหรืออธิบายได้ครบถ้วน ตรง	ระบุหรืออธิบายไม่ครบถ้วน หรือไม่ตรง

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน
ความรู้ที่นักเรียนได้รับและการนำความรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อ “การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี” ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	ประเด็น มีการยกตัวอย่าง และเป็นแบบอย่างของการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	ตรงประเด็น และมีการยกตัวอย่าง	ประเด็น และมีการยกตัวอย่างเล็กน้อย	ประเด็น หรือไม่สามารถอธิบายได้ตามประเด็นที่ครูได้กำหนด

10. กระบวนการ/กิจกรรมการเรียนรู้

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4.1 เรื่อง ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย จะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Base Learning: PBL) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหา

- ครูนำวีดีทัศน์หรือภาพนิ่งเกี่ยวกับ “การตรวจสอบความผิดปกติของต่อมไทรอยด์” มานักเรียนได้ชม แล้วถามว่า “หลังจากที่ผู้ป่วยได้รับการฉายรังสีแล้ว เหตุใด หมอจึงยังไม่อนุญาตให้ผู้ป่วยรายนั้น ออกจากโรงพยาบาลได้”

- นักเรียนตอบว่า “เพราะผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเข้าสู่ร่างกายเกินกำหนด จึงต้องอยู่โรงพยาบาลเพื่อรับการดูแลจากหมออย่างใกล้ชิด”

- หลังจากที่นักเรียนตอบคำถามครูแล้ว ครูจะอธิบายต่อว่า “โรคบางชนิด จำเป็นจะต้องรักษาโดยการฉายรังสีเข้าไปยังร่ายกาย อย่างเช่น โรคมะเร็งที่ต่อมไทรอยด์ ที่นักเรียนได้ชมไป จะเห็นว่า หลังจากที่ได้รับการฉายรังสีเข้าร่างกายแล้ว หมอจะต้องดูแลผู้ป่วยที่ได้รับการฉายรังสีนั้น ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยได้รับรังสีอื่น ๆ เข้ามาเพิ่มเติมในร่างกาย หลังจากที่ปริมาณรังสีที่ฉายเข้าไปรักษาโรคในร่างกาย เหลือน้อยกว่าที่หมอกำหนดแล้ว ผู้ป่วยจะสามารถออกจากโรงพยาบาลได้ ฉะนั้น ในบทเรียนนี้ ครูจะนำเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับผู้ป่วยในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ซึ่งป่วยเป็นโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ และต้องอยู่ในโรงพยาบาลหลาย ๆ วัน จนกว่าหมอจะให้ออกจากโรงพยาบาลได้ แต่ติดปัญหาที่ว่า สมาชิกที่อยู่ในครอบครัวเดียวกันกับผู้ป่วย มีวันที่จะสะดวกรับไม่ตรงกัน และไม่แน่ใจว่า ผู้ป่วยจะออกจากโรงพยาบาลได้ในวันใด”

- ครูนำเสนอสถานการณ์ที่มีชื่อว่า “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” โดยฉายผ่าน Microsoft Power Point ซึ่งมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย”

ครอบครัวหนึ่งมีสมาชิกอยู่ทั้งหมด 6 คน ได้แก่ A, B, C, D, G และ O แต่ B เป็นสมาชิกคนเดียว ที่ป่วยเป็นโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ และจะต้องเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล ซึ่งวิธีการรักษาโรคมะเร็งต่อไทรอยด์ดังกล่าวนี้ ก็คือ การฉายรังสี ไอโอดีน – 131 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 8 วัน และรอให้ปริมาณรังสี เหลือเพียงร้อยละ 12.5 ของปริมาณเดิม จึงจะออกจากโรงพยาบาล หรือให้ญาติมารับได้ หาก B ได้เข้ารับการรักษาในวันที่จันทร์ที่ 11 มิถุนายน 2561 และวันที่แต่ละคนสะดวกจะมารับ B ถูกกำหนดไว้ดังตารางด้านล่าง

ชื่อ	วันที่สะดวกจะมารับ
A	วันอังคาร
C	วันพฤหัสบดี
D	วันศุกร์
G	วันเสาร์
O	วันอาทิตย์

นักเรียนคิดว่า ในวันที่ B ได้ออกจากโรงพยาบาล B จะได้พบกับใคร

- ครูแจกใบกิจกรรมที่ 15 เรื่อง ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

2. ทำความเข้าใจกับปัญหา

- นักเรียนแต่ละคนศึกษาสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ที่ครูกำหนดให้อย่างละเอียดและสรุปสถานการณ์ตามความเข้าใจของตนเอง หลังจากนั้น ครูจะสุ่มนักเรียน 1 คน ออกมานำเสนอ

- นักเรียนที่ถูกสุ่มให้ออกมานำเสนอสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ได้อธิบายหรือนำเสนอให้ครูฟังว่า

> “สมาชิกคนหนึ่งในครอบครัว B ป่วยเป็นโรคมะเร็งต่อไทรอยด์ และเข้ารับการรักษาโดยการฉายรังสี จากนั้นจะต้องอยู่โรงพยาบาลจนกว่าปริมาณรังสีที่ได้รับเข้าไปจะเหลือเพียง 12.5% และในวันดังกล่าว B ซึ่งเป็นผู้ป่วย จะได้พบกับสมาชิกในครอบครัว 1 คน ซึ่งสะดวกที่จะมารับ B ได้”

- นักเรียนเขียนข้อความดังที่ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอ โดยบันทึกในหัวข้อของ “สถานการณ์โดยสรุป” ของใบกิจกรรมที่ 15

- นักเรียนสังเกตเห็นข้อคำถามในใบกิจกรรมที่ 15 ว่า “บุคคลที่จะสามารถมารับ B ได้ จะต้องมีลักษณะหรือคุณสมบัติอย่างไร” แล้วนักเรียนก็จะเขียนตอบว่า “เป็นสมาชิกที่อยู่ครอบครัวเดียวกัน และมีวันที่สะดวกจะมารับ ตรงกับวันที่ B จะออกจากโรงพยาบาลได้”

3. สำรวจประเด็นที่เป็นปัญหา

- หลังจากที่นักเรียนนำเสนอสถานการณ์ และได้อธิบาย “คุณสมบัติของบุคคลที่จะมารับ B ซึ่งเป็นผู้ป่วย” เสร็จสิ้นแล้ว ครูจะถามนักเรียนต่อว่า “สถานการณ์ ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย ต้องการข้อสรุปเรื่องใด”

- นักเรียนตอบว่า “บุคคลในครอบครัวที่มีวันสะดวกจะมารับ ตรงกับวันที่ B จะสามารถออกจากโรงพยาบาลได้”

- นักเรียนตั้งปัญหาที่เกี่ยวกับสถานการณ์ โดยการเขียนข้อความลงในส่วนของ “ปัญหาของสถานการณ์” ในใบกิจกรรมที่ 15 ว่า “สมาชิกครอบครัวที่ชื่อ B จะได้ออกจากโรงพยาบาลในวันใด”

4. วิเคราะห์ปัญหา

- นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมมือกัน ศึกษาสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” โดยสรุป ที่นักเรียนได้บันทึกไว้ในหัวข้อ “สถานการณ์โดยสรุป” ในใบกิจกรรมที่ 15 จากนั้น กำหนดชื่อของตัวแปร ความหมายของตัวแปร ปริมาณของตัวแปร และหน่วยของตัวแปร โดยการเขียนข้อความในส่วนของ “วิเคราะห์ปัญหา” ในใบกิจกรรมที่ 15 ดังต่อไปนี้

ชื่อของตัวแปร	**ความหมาย ของตัวแปร**	**ปริมาณของตัวแปร**	**หน่วยของตัวแปร**
$t_{\frac{1}{2}}$	ครึ่งชีวิตของรังสีจากไอโอดีน-131	8	วัน
	ครึ่งชีวิตของรังสีจากไอโอดีน-131	$7 * 10^5$	วินาที
$\frac{N}{N_0}$	ปริมาณของรังสีที่เหลือ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีเดิม	0.125	

5. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

- นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ซึ่งแบ่งออกเป็นข้อมูลทั้งหมด 2 หัวข้อ ได้แก่ 1) การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และ 2) ค่าคงที่การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

- นักเรียนตั้งสมมติฐานสำหรับสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” จากการพิจารณาข้อมูลที่ผ่านการสืบค้น จากนั้น นำข้อมูล และผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” มาใช้ในการแก้ไขปัญหาภายในระยะเวลาที่กำหนด ก่อนที่จะนำเสนอต่อหน้าครูและนักเรียนที่หน้าชั้นเรียน

- เมื่อนักเรียนนำเสนอสมมติฐานแล้ว นักเรียนจะบันทึกในส่วนของ “สมมติฐาน” ในใบกิจกรรมที่ 15 โดยเขียนข้อความว่า “B จะได้ออกจากโรงพยาบาลในวันพฤหัสบดี ซึ่งตรงกับวันที่ C สะดวกจะมารับ”

- นักเรียนสรุปสาระสำคัญของข้อมูลที่ผ่านการสืบค้นเกี่ยวกับ แรงตึงผิว และโมเมนต์คาน แล้วบันทึกลงในส่วนของ “แนวคิดสำคัญ” ในใบกิจกรรมที่ 5 โดยเขียนข้อความว่า

แนวคิดสำคัญ

1. เมื่อธาตุกัมมันตรังสีซึ่งมีครึ่งชีวิตเป็น $t_{\frac{1}{2}}$ วินาที และมีปริมาณเดิมเป็น N_0 ได้สลายตัวโดยใช้ระยะเวลา t วินาที จะมีปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีหลงเหลืออยู่ $N = N_0 e^{-\lambda t}$
2. ค่าคงที่การสลายตัว หรือ λ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\lambda = \frac{0.7}{t_{\frac{1}{2}}}$
3. การแก้สมการ หาตัวแปรที่เป็นเลขชี้กำลัง จะต้องดำเนินการพจน์ทุกพจน์ในสมการด้วยฟังก์ชันลอการิทึม เพื่อให้ฐานของเลขชี้กำลังหายไป เช่น หากต้องการจะแก้สมการ $10^x = 1000$ เพื่อหา x ก็จะต้อง ทำให้เป็น $log_{10}(10^x) = log_{10}(1000) => x = log_{10}(1000)$
   $x = log_{10}(10^3) = 3(log_{10}(10))$
   $x = 3$

อ้างอิง ผู้เขียน ,ชื่อบทความ, (ปีที่เขียน), วันที่สืบค้นข้อมูล, ชื่อ URL

6. สังเคราะห์ความรู้

- นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่ม นำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์สาระสำคัญ หรือการอภิปรายภายในกลุ่ม ไปร่วมอภิปรายกับนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อนำข้อมูลแต่ละกลุ่มมาสังเคราะห์รวมกัน

- นักเรียนที่เข้าร่วมการอภิปรายระหว่างกลุ่ม ได้สังเคราะห์ความรู้ โดยการปฏิบัติดังนี้

1. เนื่องจากสถานการณ์ กำหนดอัตราส่วนระหว่างปริมาณรังสีที่เหลืออยู่กับปริมาณรังสีเดิม ฉะนั้น จะต้องจัดรูปสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ใหม่ โดยการนำ N_0 มาหารเข้ากับ N (ย้ายข้างสมการ) ก็จะได้สมการ $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$

2. เนื่องจากระยะเวลาในการสลายตัว หรือระยะเวลาในการอยู่ในโรงพยาบาลของ B เป็นเลขชี้กำลังของตัว e จึงต้อดำเนินการพจน์ทุกพจน์ในสมการด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ซึ่งจะได้ $ln[\frac{N}{N_0}] = ln[e^{-\lambda t}]$

3. และเนื่องจาก $ln[e^{-\lambda t}] = log_e[e^{-\lambda t}] = -\lambda t(log_e e)$ และ $(log_e e) = 1$ จะได้ $ln[\frac{N}{N_0}] = -\lambda t$

- หลังจากที่มีกิจกรรมการอภิปรายระหว่างกลุ่มแล้ว นักเรียนจะออกมานำเสนอแนวคิดที่ผ่านการสังเคราะห์ที่หน้าชั้นเรียน

- นักเรียนที่เป็นผู้ฟัง ก็จะบันทึกข้อมูล โดยการเขียนข้อความในส่วนของ “แนวคิดสำคัญ” ในใบกิจกรรมที่ 15 ตามความเข้าใจของนักเรียนว่า

จากความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการเมื่อตัวแปรเป็นเลขชี้กำลัง และผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “ใครที่จะได้ไปรับผู้ป่วย” จะได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเวลาในการสลายตัวของรังสี t กับ ปริมาณของรังสีที่หลงเหลืออยู่เมื่อเทียบกับปริมาณของรังสีเดิม $(\frac{N}{N_0})$ ว่า $ln[\frac{N}{N_0}] = -\lambda t$

7. หาทางแก้ปัญหา

- นักเรียนนำข้อมูลที่ผ่านการอภิปราย มาใช้ในการวางแผนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” โดยการบันทึกลงในส่วนของ “วางแผนการแก้ปัญหา” ในใบกิจกรรมที่ 15 ซึ่งมีข้อความว่า

วางแผนการแก้ปัญหา 1. เปลี่ยนหน่วยของครึ่งชีวิตรังสีจากไอโอดีน-131 หรือ.....ให้เป็นหน่วยวินาที 2. คำนวณหาค่าคงที่การสลายตัว หรือ λ โดยใช้สมการ $\lambda = \frac{0.7}{t_{\frac{1}{2}}}$ 3. แก้สมการ $ln[\frac{N}{N_0}] = -\lambda t$ เพื่อหาระยะเวลาการสลายตัวของไอโอดีน-131 หรือระยะเวลาในการรักษาตัวในโรงพยาบาลของ B หรือตัวแปร t 4. แปลงหน่วยของตัวแปร t ให้อยู่ในหน่วยวินาที 5. ระบุปฏิทินในช่วงเดือน มิถุนายน 2561 ถึง เดือน กรกฎาคม 2561 6. นับถัดจากวันที่ 11 มิถุนายน ซึ่งเป็นวันที่ B เริ่มเข้ารับการรักษา เท่ากับจำนวนวันจากตัวแปร t ที่คำนวณมาได้จากขั้นตอนที่ 5 จะได้วันที่ B จะออกจากโรงพยาบาล หรือวันที่สมาชิกในครอบครัวจะมารับ 7. พิจารณาชื่อวัน ของวันเดือนปีที่ ได้จากขั้นตอนที่ 6 8. สร้างข้อสรุปของสถานการณ์ โดยการอธิบายว่า “หลังจากที่ B ได้รับการรักษาโรคมะเร็งภายในโรงพยาบาลเป็นระยะเวลา.....วัน คือตั้งแต่วันจันทร์ที่ 11 มิถุนายน 2561 จนถึงวัน.....ที่.....B จะได้พบกับสมาชิกในครอบครัวที่มีชื่อว่า.....ซึ่งสะดวกมารับในวัน.....”

8. ดำเนินการแก้ปัญหา

- นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ โดยการบันทึกข้อความลงในส่วนของ “ดำเนินการแก้ปัญหา” ลงในใบกิจกรรมที่ 15 ซึ่งมีข้อความว่า

ดำเนินการแก้ปัญหา

1. ครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 มีค่าเท่ากับ 8 วัน หรือ 8*24*60*60 = 691,200 วินาที หรือประมาณ $7 * 10^5$ วินาที

   ดังนั้น $t_{\frac{1}{2}} \approx 7 * 10^5\ s$

2. คำนวณหาค่าคงที่การสลายตัว หรือ λ โดยใช้สมการ $\lambda = \frac{0.7}{t_{\frac{1}{2}}}$

   จากสมการ $\lambda = \frac{0.7}{t_{\frac{1}{2}}}$ และ $t_{\frac{1}{2}} \approx 7 * 10^5$ จะได้

   $\lambda = \frac{0.7}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.7}{7*10^5} = \frac{7*10^{-1}}{7*10^5} = 10^{-1-5} = 10^{-6}$

   ดังนั้น $\lambda = 10^{-6}\frac{1}{s}$

3. จากสมการ $ln[\frac{N}{N_0}] = -\lambda t$ และ $\frac{N}{N_0} = 0.125, \lambda = 10^{-6}$ จะได้

   $ln[0.125] = -10^{-6}(t)$

   $-2.1 = -10^{-6}(t)$

   $2.1 = 10^{-6}(t)$

   $t = \frac{2.1}{10^{-6}} = 2.1 * 10^6$

   ดังนั้น $t = 2.1 * 10^6\ s$

4. เนื่องจาก 1 วัน มีค่าประมาณ $8.7 * 10^4$ วินาที

   จึงได้ว่า $2.1 * 10^6$ วินาที คือ $\frac{2.1*10^6}{8.7*10^4}$ วัน

   $t = \frac{2.1*10^6}{8.7*10^4} = \frac{210*10^4}{8.7*10^4}$

   $t \approx 24$ วัน

5. ปฏิทินในช่วงเดือน มิถุนายน 2561 ถึง เดือน กรกฎาคม 2561 สามารถแสดงได้ดังนี้

มิถุนายน 2561

วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์	วันอาทิตย์
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

กรกฎาคม 2561

วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์	วันอาทิตย์
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

6. จากคำตอบในขั้นตอนที่ 4 และปฏิทินในข้อที่ 5 จะสามารถแสดงการนับวันถัดจากวันที่ 11 มิถุนายน 2561 ไปอีก 24 วันได้ดังนี้

มิถุนายน 2561

วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์	วันอาทิตย์
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12 (+1)	13 (+2)	14 (+3)	15 (+4)	16 (+5)	17 (+6)
18 (+7)	19 (+8)	20 (+9)	21 (+10)	22 (+11)	23 (+12)	24 (+13)
25 (+14)	26 (+15)	27 (+16)	28 (+17)	29 (+18)	30 (+19)	

กรกฎาคม 2561

วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์	วันอาทิตย์
						1 (+20)
2 (+21)	3 (+22)	4 (+23)	5 (+24)	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์	วันอาทิตย์
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

7. จากขั้นตอนที่ 6 พบว่า B จะออกจากโรงพยาบาลได้ในวันพฤหัสบดีที่ 5 สิงหาคม 2561
8. สร้างข้อสรุปของสถานการณ์ โดยการอธิบายว่า “หลังจากที่ B ได้รับการรักษาโรคมะเร็งภายในโรงพยาบาลเป็นระยะเวลา 24 วัน คือตั้งแต่วันจันทร์ที่ 11 มิถุนายน 2561 จนถึงวันพฤหัสบดีที่5 สิงหาคม 2561 B จะได้พบกับสมาชิกในครอบครัวที่มีชื่อว่า C ซึ่งสะดวกมารับในวันพฤหัสบดี”

9. นำเสนอผลงาน

- ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอผลงาน เกี่ยวกับสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” โดยการอธิบายองค์ประกอบที่สำคัญทั้งหมด 5 ส่วน ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สถานการณ์โดยสรุป
2. ประเด็นหรือหัวข้อของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ
3. แนวคิดสำคัญ ที่จำเป็นต่อการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์
4. กระบวนการสร้างข้อสรุป พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหา
5. ข้อสรุปของสถานการณ์ พร้อมทั้งอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่สมเหตุสมผล

- ครูหรือนักเรียนที่เป็นผู้ฟังแสดงความคิดเห็นต่อนักเรียนแต่ละกลุ่มที่เป็นผู้ออกมานำเสนอและให้คำแนะนำให้เพื่อนักเรียนไปศึกษาทางเลือกอื่น ๆ ในการแก้ไขปัญหา หรือวางแผนเพื่อปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาที่ยังมีความบกพร่องหรือเกิดความผิดพลาดในบางจุด

10. อภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้

- ครูนำพานักเรียนสรุปเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” โดยจะให้นักเรียนอธิบาย “สมการคำนวณหาปริมาณรังสีที่หลงเหลืออยู่จากการสลายตัว”

- นักเรียนจะอธิบายเป็นสมการว่า $N = N_0 e^{-\lambda t}$

- ครูจะให้นักเรียนเปิดใบกิจกรรมที่ 15 ไปที่หน้าสุดท้าย ซึ่งจะเป็นหัวข้อ “สิ่งที่นักเรียนได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้” และนักเรียนจะบันทึก 1) ความรู้ที่นักเรียนได้รับ, 2) ประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้รับ และ 3) การนำความรู้เกี่ยวกับ “การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี” ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

11. สื่อการเรียนรู้

11.1 วีดีทัศน์หรือภาพนิ่งเกี่ยวกับ “การตรวจสอบความผิดปกติของต่อมไทรอยด์”

11.2 ใบกิจกรรมที่ 15 เรื่อง “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย”

วิชา ฟิสิกส์ 5 (รหัสวิชา ว 30205)
ครูประจำวิชา ครูณัฏฐ์ เนาว์ช้าง
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์
ใบกิจกรรมที่ 15 เรื่อง ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย

1. สถานการณ์

ครอบครัวหนึ่งมีสมาชิกอยู่ทั้งหมด 6 คน ได้แก่ A, B, C, D, G และ O แต่ B เป็นสมาชิกคนเดียว ที่ป่วยเป็นโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ และจะต้องเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล ซึ่งวิธีการรักษาโรคมะเร็งต่อไทรอยด์ดังกล่าวนี้ ก็คือ การฉายรังสี ไอโอดีน – 131 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 8 วัน และรอให้ปริมาณรังสี เหลือเพียงร้อยละ 12.5 ของปริมาณเดิม จึงจะออกจากโรงพยาบาล หรือให้ญาติมารับได้ หาก B ได้เข้ารับการรักษาในวันที่จันทร์ที่ 11 มิถุนายน 2561 และวันที่แต่ละคนสะดวกจะมารับ B ถูกกำหนดไว้ดังตารางด้านล่าง

ชื่อ	**วันที่สะดวกจะมารับ**
A	วันอังคาร
C	วันพฤหัสบดี
D	วันศุกร์
G	วันเสาร์
O	วันอาทิตย์

นักเรียนคิดว่า ในวันที่ B ได้ออกจากโรงพยาบาล B จะได้พบกับใคร

2. สถานการณ์โดยสรุป

.....

2.1 บุคคลที่จะสามารถมารับ B ได้ จะต้องมีลักษณะหรือคุณสมบัติอย่างไร

.....

3. ปัญหาของสถานการณ์

.....

4. วิเคราะห์ปัญหา

.....

5. สมมติฐาน

.....

6. แนวคิดสำคัญ

.....

7. วางแผนการแก้ปัญหา

.....

8. ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

9. ข้อสรุปของสถานการณ์

.....

10. สิ่งที่นักเรียนได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้

.....

11.3 แหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่ หนังสือเรียน โทรศัพท์ของนักเรียน

12. นวัตกรรมการเรียนรู้

12.1 ครูนำภาพเหตุการณ์จริง พร้อมทั้งคำอธิบายสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับความรู้ทางฟิสิกส์และภาพเหตุการณ์จริงนั้น เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียน และสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

12.2 นักเรียนได้ฝึกทักษะการสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการอ้างอิงข้อมูลแบบ APA เพื่อส่งเสริมการอ่าน และการเรียนรู้ด้วยตนเอง

12.3 นักเรียนในกลุ่มเดียวกัน ได้ร่วมกันอภิปรายข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นการฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้เดิมอย่างมีเหตุผล

12.4 นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ การวิเคราะห์ปัญหา ระบุขั้นตอน ดำเนินการตามขั้นตอน ไปจนถึงการสรุปผลการแก้ปัญหา

12.5 นักเรียนได้ฝึกฝนการนำเสนอผลงาน คัดเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสื่อสาร และจัดทำสื่อการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงคุณค่าของการเรียนในเนื้อหาต่าง ๆ

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชื่อวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว 30205ชั้น ม.6/2 ภาคเรียนที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ เวลา 10 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.2 ชื่อแผน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย เวลา 5 ชั่วโมง

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด (รายวิชาพื้นฐาน)

มาตรฐาน ว 6.4

ตัวชี้วัด ม.6/16 อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน และฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์

ตัวชี้วัด ม.6/17 อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และรังสี รวมทั้ง อันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 เพื่อให้นักเรียนอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับ ลักษณะของปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน (ด้านความรู้: K)

2.2* เพื่อให้นักเรียนได้ระบุหรืออธิบายประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ต้องการ (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.3* เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยการกำหนดสิ่งที่สถานการณ์ให้มาทั้งหมด เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.4 เพื่อให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ได้แก่ ปฏิกิริยาฟิชชัน ปริมาณของพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.5* เพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ต้องการ โดยการนำความรู้ที่สืบค้น มาใช้ในการแก้ปัญหาภายในระยะเวลาที่กำหนด (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.6 เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ซึ่งได้ไปสืบค้นมา และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น มาร่วมอภิปรายกับนักเรียน ทั้งการอภิปรายภายในกลุ่ม และการอภิปรายระหว่างกลุ่ม (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.7* เพื่อให้นักเรียนวางแผน หรือออกแบบกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.8 เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ที่ได้กำหนด (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.9 เพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอผลการแก้ปัญหาในหัวข้อ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ตามแผนกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้กำหนด พร้อมทั้งนำความรู้มาใช้อธิบายประกอบกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล (ด้านความรู้: K)

2.10* เพื่อให้นักเรียนได้ระบุ อธิบาย หรือนำเสนอข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ต้องการ (ด้านทักษะกระบวนการ: P)

2.11 เพื่อให้นักเรียนได้ระบุประสบการณ์เรียนรู้ที่นักเรียนได้รับ ความรู้ที่นักเรียนได้รับ และการนำความรู้เกี่ยวกับ “ปฏิกิริยานิวเคลียร์” จากกิจกรรมการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (ด้านทัศนคติ: A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

3.1 ปฏิกิริยาฟิชชัน เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการยิงนิวตรอน 1 ตัว เข้าไปที่นิวเคลียสของธาตุมวลหนัก ทำให้เกิดการแบ่งตัวเป็นนิวเคลียสของธาตุที่มวลเบากว่า นอกจากนี้ ยังจะได้ผลผลิตเพิ่มเติมได้แก่ นิวตรอน และพลังงานนิวเคลียร์ ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาฟิชชันของธาตุยูเรเนียม-235

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3(^{1}_{0}n) + 200MeV$$

จะพบว่า นิวเคลียสของธาตุยูเรเนียมซึ่งมีเลขมวล 92 ถูกแบ่งตัวให้เป็นนิวเคลียสของธาตุมวลเบา 2 ตัว ได้แก่ แบเรียมซึ่งมีเลขมวล 56 และคริปตอนซึ่งมีเลขมวล 36 ส่วนนิวตรอนที่ได้ มาจากผลต่างระหว่างเลขมวลของธาตุก่อนเกิดฟิชชัน กับเลขมวลของธาตุหลังเกิดฟิชชัน นอกจากนี้ ยังมีพลังงานนิวเคลียร์เกิดขึ้นเนื่องจากมวลพร่อง หรือเลขมวลที่หายไปหลังจากที่เกิดปฏิกิริยาฟิชชัน

3.2 กำลัง (P) งาน (หรือพลังงาน W) และเวลา (t) มีความสัมพันธ์ดังสมการ $P = \frac{W}{t}$

3.3 พลังงานหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์เป็นหน่วยที่ใช้ในงานวิจัยทางด้านฟิสิกส์อนุภาค เนื่องจากเป็นการศึกษาสิ่งที่มีขนาดเล็ก ทำให้ปริมาณต่าง ๆ ที่จะนำมาคำนวณหาพลังงาน มีค่าที่น้อยมาก ๆ โดยที่พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์ จะมีค่าเท่ากับ $1.6 * 10^{-19}$ จูล

4. ทักษะคร่อมวิชา

4.1 ทักษะการสืบค้นข้อมูล

4.2 ทักษะการสื่อสาร

4.3 ทักษะการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ

4.4 ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.5 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5. ความเข้าใจที่คงทน

5.1 การสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” จะอาศัยแนวคิด 3 ข้อ ได้แก่ 1) พลังงานในหน่วยจูล เท่ากับ พลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ คูณกับ ค่าพลังงานในหน่วยจูลที่เท่ากับ 1 อิเล็กตรอนโวลต์, 2) งาน หรือพลังงานในหน่วยจูล สามารถคำนวณได้จากกำลังในหน่วยวัตต์ คูณกับ ระยะเวลาในหน่วยวินาที

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร

6.2 ความสามารถในการคิด

6.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

6.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

7.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

7.2 ซื่อสัตย์สุจริต

7.3 มีวินัย

7.4 ใฝ่เรียนรู้

7.5 อยู่อย่างพอเพียง

7.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

7.7 รักความเป็นไทย

7.8 มีจิตสาธารณะ

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

8.1 ศึกษาสถานการณ์ในหัวข้อ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” อย่างละเอียด

8.2 ระบุ อธิบาย หรือนำเสนอว่า เนื้อหาของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

8.3 วิเคราะห์สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” พร้อมทั้ง ระบุ อธิบาย หรือนำเสนอ สิ่งที่สถานการณ์ให้มาหรือสถานการณ์กำหนด ข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ และความรู้ที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย”

8.4 ร่วมกันสืบค้นข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ได้แก่ ปฏิกิริยาฟิชชัน ปริมาณของพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ภายในห้องเรียน

8.5 ตั้งสมมติฐาน หรือคาดเดาข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ที่น่าจะเป็นไปได้ อย่างรวดเร็วที่สุด หรืออธิบายสมมติฐานให้เสร็จสิ้นภายในระยะเวลาที่กำหนด

8.6 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม หรือในโต๊ะเรียนเดียวกัน ศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับ ปฏิกิริยาฟิชชัน ปริมาณของพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหาที่เป็นสาระสำคัญ และมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา แล้วเขียนลงในกระดาษเปล่าตามความเข้าใจของตนเอง พร้อมทั้งอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลเหล่านั้นให้ถูกต้องตามแบบของ APA

8.7 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเดียวกัน นำข้อมูลเกี่ยวกับ “ปฏิกิริยาฟิชชัน ปริมาณของพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา” ที่ผ่านการสืบค้น มาร่วมอภิปรายภายในกลุ่มกับนักเรียนคนอื่น ๆ เพื่อเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น และประเมินความถูกต้องในการอ้างอิง ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ความสอดคล้องกับปัญหาหรือสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

8.8 ในแต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทนนักเรียนออกมา 1-2 คน แล้วนำข้อมูลเกี่ยวกับ “ปฏิกิริยาฟิชชัน ปริมาณของพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา” ที่ผ่านการอภิปรายภายในกลุ่มของนักเรียน ไปร่วมอภิปรายกับผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อสร้างข้อสนเทศที่เป็นความรู้ใหม่ที่นักเรียนทุกคนจะสามารถรับรู้ได้ในสิ่งเดียวกัน

8.9 ให้นักเรียนที่ร่วมการอภิปรายระหว่างกลุ่มทุกคน ร่วมกันนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับ “ปฏิกิริยาฟิชชัน ปริมาณของพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา” ที่ผ่านการอภิปรายระหว่างกลุ่มหน้าชั้นเรียน รวมถึงใช้เทคนิคในการทำให้นักเรียนทุกคนที่ฟังเข้าใจได้ง่ายขึ้น

8.10 นักเรียนในกลุ่ม ร่วมกันนำความรู้เกี่ยวกับ “ปฏิกิริยาฟิชชัน ปริมาณของพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา” ที่ผ่านการอภิปราย กับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้เกี่ยวกับสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” มาเป็นแนวทางในการกำหนดกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย”

8.12 นักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้ไขปัญหาของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ตามกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ที่กลุ่มของนักเรียนได้กำหนด

8.13 นักเรียนแต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยจะต้องปฏิบัติกิจกรรมตามที่ครูได้กำหนด ตามลำดับดังนี้

1. บอกเล่าสถานการณ์โดยสรุป
2. อธิบายประเด็นหรือหัวข้อของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ

3. อธิบายแนวคิดสำคัญในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์

4. อธิบายกระบวนการสร้างข้อสรุปแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งแสดงการดำเนินการหลังจากที่ได้อธิบายขั้นตอนนั้น

5. นำเสนอข้อสรุปของสถานการณ์

9. การวัดและประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	**ดี**	**ผ่าน**	**ไม่ผ่าน**
อธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน	อธิบายเนื้อหาได้ครบถ้วนตามประเด็นการประเมิน มีความละเอียด ยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย มีความชัดเจน ถูกต้อง และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นได้เข้าใจ	อธิบายเนื้อหาได้ครบถ้วนตามประเด็นการประเมิน มีความละเอียด มีความชัดเจน ถูกต้อง และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นได้เข้าใจ	อธิบายเนื้อหาได้ครบถ้วนตามประเด็นการประเมิน และอธิบายได้ถูกต้องบางส่วน หรืออธิบายได้พอเข้าใจ	อธิบายเนื้อหาไม่ครบถ้วนตามประเด็นการประเมิน
อธิบายประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ต้องการ	แสดงพฤติกรรมการศึกษาสถานการณ์อย่างละเอียด และอธิบายประเด็นของข้อสรุปได้สอดคล้องกับสถานการณ์ พร้อมทั้งมีการอ้างเหตุผลประกอบการอธิบายนั้น	แสดงพฤติกรรมการศึกษาสถานการณ์อย่างละเอียด และอธิบายประเด็นของข้อสรุปได้สอดคล้องกับสถานการณ์	อธิบายประเด็นของข้อสรุปได้สอดคล้องกับสถานการณ์	อธิบายประเด็นของข้อสรุปได้ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือไม่สามารถอธิบายได้
เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยการกำหนดสิ่งที่	อธิบาย นำเสนอ หรือแสดงการวิเคราะห์ปัญหาได้ครบถ้วน ได้แก่ สิ่งที่ปัญหากำหนด สิ่งที่	อธิบาย นำเสนอ หรือแสดงการวิเคราะห์ปัญหาได้ครบถ้วน ได้แก่ สิ่งที่ปัญหากำหนด	อธิบาย นำเสนอ หรือแสดงการวิเคราะห์ปัญหาได้ครบถ้วน ได้แก่ สิ่งที่ปัญหากำหนด สิ่งที่ปัญหา	ไม่สามารถอธิบาย หรือประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ หรือ ไม่สามารถ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน
สถานการณ์ให้มาทั้งหมด เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	ปัญหาต้องการ และความรู้หรือแนวคิดที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน และมีการยืนยันความน่าเชื่อถือด้วยพยานหลักฐานที่หลากหลาย	สิ่งที่ปัญหาต้องการและความรู้หรือแนวคิดที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน	ต้องการ และความรู้หรือแนวคิดที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ได้ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนที่ยังขาดความชัดเจน	แสดงการวิเคราะห์ปัญหาได้
สืบค้นข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ได้แก่ ปฏิกิริยาฟิชชัน ปริมาณของพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา	สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ และอธิบายความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลกับปัญหาได้อย่างชัดเจน	สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย น่าเชื่อถือ สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์	สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ภายในห้องเรียน สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์	สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ภายในห้องเรียน แต่ข้อมูลไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์
ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ต้องการ	ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ มีการอ้างอิงเหตุผล และกระบวนการที่นำมาสู่การตั้งสมมติฐานได้อย่างชัดเจน และมีความเป็นไปได้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ มีการอ้างอิงเหตุผล หรือกระบวนการที่นำมาสู่การตั้งสมมติฐานได้ และมีความเป็นไปได้ในการสร้าง	ตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ มีการอ้างอิงเหตุผล และมีความเป็นไปได้ในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	ตั้งสมมติฐานที่ไม่สอดคล้องกับประเด็นของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ หรือไม่มีการอ้างอิงเหตุผลประกอบกับการตั้งสมมติฐาน หรือไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		ข้อสรุปของสถานการณ์		
วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ซึ่งได้ไปสืบค้นมาและนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น มาร่วมอภิปรายกับนักเรียนทั้งการอภิปรายภายในกลุ่ม และการอภิปรายระหว่างกลุ่ม	แสดงพฤติกรรมการจัดระบบข้อมูลได้ถูกต้องครบทุกกระบวนการ และปฏิบัติตามกระบวนการเรียนรู้ของกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	แสดงพฤติกรรมการจัดระบบข้อมูลได้ถูกต้องครบทุกกระบวนการ และทั้งได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	แสดงพฤติกรรมการจัดระบบข้อมูลได้ถูกต้องบางกระบวนการ และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา หรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์บางกระบวนการ	แสดงพฤติกรรมการจัดระบบข้อมูลไม่ครบทุกกระบวนการ หรือไม่สามารถสร้างแนวคิดที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ได้
วางแผนกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” อย่างเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งดำเนินการแก้ปัญหา	กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ที่เหมาะสม และดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหาทุกขั้นตอนอย่างเคร่งครัด และไม่ขาดตกบกพร่อง รวมถึงใส่ใจทุกรายละเอียดในการดำเนินการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์เป็นพิเศษ	กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ที่เหมาะสม และดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหาทุกขั้นตอนอย่างไม่ขาดตกบกพร่อง รวมถึงให้ความใส่ใจในกระบวนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์บางกระบวนการเป็นพิเศษ	กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ที่เหมาะสม และดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหาทุกขั้นตอน	ไม่สามารถกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ได้ หรือไม่ดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน
นำเสนอผลการแก้ปัญหาในหัวข้อ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ตามขั้นตอนที่ได้กำหนด พร้อมทั้งมีการนำความรู้ที่ผ่านการอภิปรายมาใช้ในการอ้างเหตุผลประกอบกับการนำเสนอ	นำเสนองาน ได้ครบถ้วนทุกองค์ประกอบที่ครูกำหนด มีการอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่ผ่านการอภิปรายได้สอดคล้องกับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ทุกกระบวนการ อีกทั้งยังสามารถแสดงการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ได้เป็นอย่างดี	นำเสนองาน ได้ครบถ้วนทุกองค์ประกอบที่ครูกำหนด มีการอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่ผ่านการอภิปรายได้สอดคล้องกับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ทุกกระบวนการ	นำเสนองาน ได้ครบถ้วนทุกองค์ประกอบที่ครูกำหนด มีการอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่ผ่านการอภิปรายได้สอดคล้องกับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ ในบางกระบวนการ	นำเสนองาน ได้ไม่ครบถ้วนตามองค์ประกอบที่ครูกำหนด หรือไม่มีการอ้างอิงความรู้หรือแนวคิดที่ผ่านการอภิปราย หรือความรู้หรือแนวคิดนั้น ไม่สอดคล้องกับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์
ระบุประสบการณ์เรียนรู้ที่นักเรียนได้รับความรู้ที่นักเรียนได้รับและการนำความรู้เกี่ยวกับ “ปฏิกิริยาฟิชชัน” จากกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	ระบุหรืออธิบายได้ครบถ้วน ชัดเจน ตรงประเด็น มีการยกตัวอย่าง และเป็นแบบอย่างของการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	ระบุหรืออธิบายได้ครบถ้วน ชัดเจน ตรงประเด็น และมีการยกตัวอย่าง	ระบุหรืออธิบายได้ครบถ้วน ตรงประเด็น และมีการยกตัวอย่างเล็กน้อย	ระบุหรืออธิบายไม่ครบถ้วน หรือไม่ตรงประเด็น หรือไม่สามารถอธิบายได้ตามประเด็นที่ครูได้กำหนด

10. กระบวนการ/กิจกรรมการเรียนรู้

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4.2 เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย จะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Base Learning: PBL) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหา

- ครูนำ “วีดีทัศน์เกี่ยวกับ โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์” มาให้นักเรียนดู หลังจากที่นักเรียนดูจบแล้ว ครูจะถามนักเรียนว่า “จากวีดีทัศน์ที่ได้ชมไป นักเรียนจะอธิบายการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์โดยสังเขปได้ว่าอย่างไร”

- นักเรียนตอบว่า “ใช้ปฏิกิริยาฟิชชันของธาตุยูเรเนียมในการทำให้น้ำเดือดเป็นไอน้ำ จากนั้นไอน้ำก็จะไปขับกังหัน และเปลี่ยนพลังงานกลจากการหมุนของกังหันให้เป็นพลังงานไฟฟ้า”

- ครูกล่าวต่อว่า “โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ถือว่าเป็นนวัตกรรมในการผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากเป็นโรงไฟฟ้าที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จำนวนมาก เมื่อเทียบกับพลังงานนิวเคลียร์ที่ใช้ไป ซึ่งพลังงานนิวเคลียร์ดังกล่าวนี้ จะใช้ยูเรเนียม – 235 เป็นวัตถุดิบหลักในการทำปฏิกิริยาฟิชชัน แต่ผลดีนั้น ก็ย่อมมีผลเสียตามมา นั่นคือ หากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โดยเฉพาะส่วนของเตาปฏิกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมปฏิกิริยาฟิชชัน เกิดความเสียหาย รังสีจะเกิดการแผ่กระจายไปทั่วทุกบริเวณ ทำให้มนุษย์ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง ได้รับรังสีเกินปริมาณที่กำหนด หรืออาจถึงขั้นแก่ชีวิตได้ ฉะนั้น พลังงานนิวเคลียร์ จึงเป็นพลังงานที่มีทั้งคุณและโทษ พวกเราจึงควรจะนำพลังงานนิวเคลียร์ ไปใช้ประโยชน์ในทางที่ถูกต้อง”

- ครูนำเสนอสถานการณ์ที่มีชื่อว่า “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยฉายผ่าน Microsoft Power Point ซึ่งมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

> “พลังงานนิวเคลียร์ ถือว่าเป็นพลังงานรูปแบบใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับประชาชนทั้งหลาย ในปัจจุบันนี้ ได้มีการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ขึ้นในประเทศแถบยุโรป และทวีปอเมริกา เนื่องจากสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้จำนวนมาก เมื่อเทียบกับปริมาณของธาตุกัมมันตรังสียูเรเนียม-235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำปฏิกิริยาฟิชชัน ดังสมการปฏิกิริยาด้านล่าง”
>
> $$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{56}Kr + 3({}^{1}_{0}n) + 200MeV $$
>
> ถ้าสมมติว่า นักวิจัยทางด้านรังสีกลุ่มหนึ่งในประเทศไทย ได้วางแผนที่จะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โดยใช้อะตอมของยูเรเนียม – 235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการทำปฏิกิริยาฟิชชันเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งหมด 48,000 เมกะวัตต์/ปี ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของประชาชนทั้งประเทศ นักวิจัยจึงได้มีการปรึกษาหารือกันว่า ควรจะใช้อะตอมของยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดกี่ตัว

- หลังจากที่ได้นำเสนอสถานการณ์ไปแล้ว ครูจะกล่าวต่อว่า “จากสถานการณ์ที่ครูได้กำหนดมานั้น ครูมีความคิดว่า ถ้ามีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เกิดขึ้นในประเทศไทย เราจะต้องใช้ยูเรเนียม - 235

เป็นวัตถุสำคัญทั้งหมดกี่ตัว และครูอยากจะให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในการสร้างข้อสรุปของ สถานการณ์นี้ โดยการใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์ และความรู้อื่น ๆ ที่ผ่านการศึกษามาแล้ว”

- ครูแจกใบกิจกรรมที่ 16 เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

2. ทำความเข้าใจกับปัญหา

- นักเรียนแต่ละคนศึกษาสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ที่ครูกำหนดให้อย่างละเอียด และสรุปสถานการณ์ตามความเข้าใจของตนเอง หลังจากนั้น ครูจะสุ่มนักเรียน 1 คน ออกมานำเสนอ

- นักเรียนที่ถูกสุ่มให้ออกมานำเสนอสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ได้อธิบายหรือนำเสนอให้ครูฟังว่า

“ยูเรเนียม – 235 จำนวน 1 ตัว สามารถผลิตพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งนำไปใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 200 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าต้องการนำยูเรเนียม – 235 ดังกล่าวไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด 48,000 เมกะวัตต์ต่อปี จะต้องใช้ยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดกี่ตัว”

- นักเรียนเขียนข้อความดังที่ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอ โดยบันทึกในหัวข้อของ “สถานการณ์โดยสรุป” ของใบกิจกรรมที่ 16

3. สำรวจประเด็นที่เป็นปัญหา

- หลังจากที่นักเรียนนำเสนอสถานการณ์เสร็จสิ้นแล้ว ครูจะถามนักเรียนต่อว่า “สถานการณ์โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด”

- นักเรียนตอบว่า “จำนวนของยูเรเนียม – 235 ที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทยใน 1 ปี”

- นักเรียนตั้งปัญหาที่เกี่ยวกับสถานการณ์ โดยการเขียนข้อความลงในส่วนของ “ปัญหาของสถานการณ์” ในใบกิจกรรมที่ 16 ว่า “ถ้ายูเรเนียม – 235 จำนวน 1 ตัว สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 200 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ จะต้องใช้ยูเรเนียมจำนวนกี่ตัว จึงจะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 48,000 เมกะวัตต์ต่อปี”

4. วิเคราะห์ปัญหา

- นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมมือกัน ศึกษาสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยสรุป ที่นักเรียนได้บันทึกไว้ในหัวข้อ “สถานการณ์โดยสรุป” ในใบกิจกรรมที่ 16 จากนั้น กำหนดชื่อของตัวแปร ความหมายของตัวแปร ปริมาณของตัวแปร และหน่วยของตัวแปร โดยการเขียนข้อความในส่วนของ “วิเคราะห์ปัญหา” ในใบกิจกรรมที่ 16 ดังต่อไปนี้

ชื่อของตัวแปร	ความหมายของตัวแปร	ปริมาณของตัวแปร	หน่วยของตัวแปร
W	พลังงานไฟฟ้าที่คนไทยใช้ใน 1 ปี	$4.8*10^{10}$	วัตต์
V	พลังงานนิวเคลียร์ที่ยูเรเนียม – 235 จำนวน 1 ตัว ผลิตได้ ในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์	$2*10^{8}$	อิเล็กตรอนโวลต์

5. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

- นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ซึ่งแบ่งออกเป็นข้อมูลทั้งหมด 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน, 2) พลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา

- นักเรียนตั้งสมมติฐานสำหรับสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” จากการพิจารณาข้อมูลที่ผ่านการสืบค้น จากนั้น นำข้อมูล และผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” มาใช้ในการแก้ไขปัญหาภายในระยะเวลาที่กำหนด ก่อนที่จะนำเสนอต่อหน้าครูและนักเรียนที่หน้าชั้นเรียน

- เมื่อนักเรียนนำเสนอสมมติฐานแล้ว นักเรียนจะบันทึกในส่วนของ “สมมติฐาน” ในใบกิจกรรมที่ 16 โดยเขียนข้อความว่า “จะต้องใช้ยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดประมาณ $5*10^{13}$ ตัว เพื่อที่จะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทย นั่นคือ 48,000 เมกะวัตต์ / ปี”

- นักเรียนสรุปสาระสำคัญของข้อมูลที่ผ่านการสืบค้นเกี่ยวกับ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน, พลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และ ความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง งาน และเวลา แล้วบันทึกลงในส่วนของ “แนวคิดสำคัญ” ในใบกิจกรรมที่ 16 โดยเขียนข้อความว่า

แนวคิดสำคัญ

1. ปฏิกิริยาฟิชชัน เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการยิงนิวตรอน 1 ตัว เข้าไปที่นิวเคลียสของธาตุมวลหนัก ทำให้เกิดการแบ่งตัวเป็นนิวเคลียสของธาตุที่มวลเบากว่า นอกจากนี้ ยังจะได้ผลผลิตเพิ่มเติมได้แก่ นิวตรอน และพลังงานนิวเคลียร์ ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาฟิชชันของธาตุยูเรเนียม-235

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3({}^{1}_{0}n) + 200MeV $$

จะพบว่า นิวเคลียสของธาตุยูเรเนียมซึ่งมีเลขมวล 92 ถูกแบ่งตัวให้เป็นนิวเคลียสของธาตุมวลเบา 2 ตัว ได้แก่ แบเรียมซึ่งมีเลขมวล 56 และคริปตอนซึ่งมีเลขมวล 36 ส่วนนิวตรอนที่ได้ มาจากผลต่างระหว่างเลขมวลของธาตุก่อนเกิดฟิชชัน กับเลขมวลของธาตุหลังเกิดฟิชชัน นอกจากนี้ ยังมีพลังงานนิวเคลียร์เกิดขึ้น เนื่องจากมวลพร่อง หรือเลขมวลที่หายไปหลังจากที่เกิดปฏิกิริยาฟิชชัน

2. พลังงานหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์เป็นหน่วยที่ใช้ในงานวิจัยทางด้านฟิสิกส์อนุภาค เนื่องจากเป็นการศึกษาสิ่งที่มีขนาดเล็ก ทำให้ปริมาณต่าง ๆ ที่จะนำมาคำนวณหาพลังงาน มีค่าที่น้อยมาก ๆ โดยที่พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์ จะมีค่าเท่ากับ $1.6 * 10^{-19}$ จูล

3. กำลัง (P) งาน (หรือพลังงาน W) และเวลา (t) มีความสัมพันธ์ดังสมการ $P = \frac{W}{t}$

อ้างอิง ผู้เขียน ,ชื่อบทความ, (ปีที่เขียน), วันที่สืบค้นข้อมูล, ชื่อ URL

6. สังเคราะห์ความรู้

- นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่ม นำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์สาระสำคัญ หรือการอภิปรายภายในกลุ่ม ไปร่วมอภิปรายกับนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อนำข้อมูลแต่ละกลุ่มมาสังเคราะห์รวมกัน

- นักเรียนที่เข้าร่วมการอภิปรายระหว่างกลุ่ม ได้สังเคราะห์ความรู้ โดยการปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. นักเรียนที่เป็นตัวแทน กล่าวว่า พลังงานที่สถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยมีหน่วยที่ไม่เท่ากัน ฉะนั้น ควรจะแปลงหน่วยของพลังงาน จากอิเล็กตรอนโวลต์ ให้เป็นจูล”

2. หน่วยวัตต์ เป็นหน่วยของกำลัง ฉะนั้น ควรจะแปลงหน่วยจากเมกะวัตต์ต่อปี ให้เป็นวัตต์ต่อวินาที โดยที่ 1 ปีนั้น จะมีค่าประมาณ $3.2*10^{7}$ วินาที และเมกะ

3. พลังงานไฟฟ้าในหน่วยจูล มีค่าเท่ากับ กำลังในหน่วยวัตต์ต่อวินาที

- หลังจากที่มีกิจกรรมการอภิปรายระหว่างกลุ่มแล้ว นักเรียนจะออกมานำเสนอแนวคิดที่ผ่านการสังเคราะห์ที่หน้าชั้นเรียน

- นักเรียนที่เป็นผู้ฟัง ก็จะบันทึกข้อมูล โดยการเขียนข้อความในส่วนของ “แนวคิดสำคัญ” ในใบกิจกรรมที่ 16 ตามความเข้าใจของนักเรียนว่า

- พลังงานในหน่วยจูล เท่ากับ พลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ คูณกับ $1.6*10^{-19}$
- กำลังไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ “พลังงานไฟฟ้าที่คนไทยใช้ใน 1 ปี” หารด้วย “ระยะเวลา 1 ปีในหน่วยวินาที”
- พลังงานไฟฟ้าในหน่วยจูล มีค่าเท่ากับ “กำลังไฟฟ้า” หารด้วย “เวลา 1 วินาที”

7. หาทางแก้ปัญหา

- นักเรียนนำข้อมูลที่ผ่านการอภิปราย มาใช้ในการวางแผนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยการบันทึกลงในส่วนของ “วางแผนการแก้ปัญหา” ในใบกิจกรรมที่ 16 ซึ่งมีข้อความว่า

วางแผนการแก้ปัญหา

1. คำนวณหาพลังงานนิวเคลียร์ที่ยูเรเนียม – 235 จำนวน 1 ตัว สามารถผลิตได้ในหน่วยจูล หรือ E โดยใช้สมการ $E = V * e$ เมื่อ $e = 1.6 * 10^{-19}$

2. คำนวณหากำลังไฟฟ้า หรือ P โดยใช้สมการ $P = \frac{W}{s}$ เมื่อ s แทน จำนวนวินาทีในระยะเวลา 1 ปี ($3.2 * 10^7$ วินาที)
3. พิจารณาให้ $P = J$ หรือ กำลังไฟฟ้า เท่ากับ พลังงานไฟฟ้าใน
4. คำนวณหาจำนวน ยูเรเนียมที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือ n โดยใช้สมการ $n = \frac{J}{E}$
5. สร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยระบุหรืออธิบายว่า “ถ้าจะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย จะต้องใช้ ยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดประมาณ.....ตัว เพื่อที่จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 48,000 เมกะวัตต์ / ปี ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของคนทั้งประเทศ”

8. ดำเนินการแก้ปัญหา

- นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ โดยการบันทึกข้อความลงในส่วนของ “ดำเนินการแก้ปัญหา” ลงในใบกิจกรรมที่ 16 ซึ่งมีข้อความว่า

1. จากสมการ $E = V * e$ และ $V = 2 * 10^8, e = 1.6 * 10^{-19}$ จะได้ว่า

$E = (2 * 10^8)(1.6 * 10^{-19})$

$E = (2 * 1.6)(10^8 * 10^{-19})$

$E = (3.2)(10^{8+(-19)})$

$E = 3.2 * 10^{-11}$

ดังนั้น $E = 3.2 * 10^{-11} J$

2. คำนวณหากำลังไฟฟ้า หรือ P โดยใช้สมการ $P = \frac{W}{s}$ เมื่อ s แทน จำนวนวินาทีในระยะเวลา 1 ปี ($3.2 * 10^7$ วินาที)

จากสมการ $P = \frac{W}{s}$ และ $s = 3.2 * 10^7, W = 4.8 * 10^{10}$ จะได้ว่า

$P = \frac{4.8*10^{10}}{3.2*10^7}$

$P = \left(\frac{4.8}{3.2}\right)\left(\frac{10^{10}}{10^7}\right)$

$P = (1.5)(10^{10-7})$

$P = 1.5 * 10^3$

ดังนั้น $P = 1.5 * 10^3 W$

3. พิจารณาให้ $P = J$ หรือ กำลังไฟฟ้า เท่ากับ พลังงานไฟฟ้าใน

เนื่องจาก $P = 1.5 * 10^3 W$ ดังนั้น $J = 1.5 * 10^3 J$

เพราะ $P = \frac{W}{t} = \frac{J}{t}$ โดยที่ $t = 1$

4. จากสมการ $n = \frac{J}{E}$ และ $J = 1.5 * 10^3, E = 3.2 * 10^{-11}$ จะได้ว่า

$n = \frac{1.5*10^3}{3.2*10^{-11}}$

$n = \frac{15*10^2}{3.2*10^{-11}}$

$n = \left(\frac{15}{3.2}\right)\left(\frac{10^2}{10^{-11}}\right)$

$n \approx 5 * 10^{2-(-11)}$

$n \approx 5 * 10^{13}$

ดังนั้น $n \approx 5 * 10^{13}$ ตัว

5. ข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” สามารถอธิบายได้ดังนี้

“ถ้าจะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย จะต้องใช้ ยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดประมาณ $5 * 10^{13}$ ตัว เพื่อที่จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 48,000 เมกะวัตต์ / ปี ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของคนทั้งประเทศ”

- เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปของสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” แล้ว ให้นักเรียนเขียนข้อความที่เป็นข้อสรุปดังกล่าว ลงในส่วนของ “ข้อสรุปของสถานการณ์” ในใบกิจกรรมที่ 16 อีกครั้ง ซึ่งนักเรียนจะเขียนลงใบกิจกรรมว่า

ข้อสรุปของสถานการณ์

ถ้าจะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย จะต้องใช้ ยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดประมาณ $5 * 10^{13}$ ตัว เพื่อที่จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 48,000 เมกะวัตต์ / ปี ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของคนทั้งประเทศ

9. นำเสนอผลงาน

- ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอผลงาน เกี่ยวกับสถานการณ์ “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยการอธิบายองค์ประกอบที่สำคัญทั้งหมด 5 ส่วน ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สถานการณ์โดยสรุป
2. ประเด็นหรือหัวข้อของข้อสรุปที่สถานการณ์ต้องการ
3. แนวคิดสำคัญ ที่จำเป็นต่อการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์

4. กระบวนการสร้างข้อสรุป พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหา

5. ข้อสรุปของสถานการณ์

- ครูหรือนักเรียนที่เป็นผู้ฟังแสดงความคิดเห็นต่อนักเรียนแต่ละกลุ่มที่เป็นผู้ออกมานำเสนอ และให้คำแนะนำให้เพื่อนักเรียนไปศึกษาทางเลือกอื่น ๆ ในการแก้ไขปัญหา หรือวางแผนเพื่อปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาที่ยังมีความบกพร่องหรือเกิดความผิดพลาดในบางจุด

10. อภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้

- ครูนำพานักเรียนสรุปเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” โดยจะให้นักเรียนอธิบาย “ลักษณะของปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน”

- นักเรียนจะอธิบาย ลักษณะของปฏิกิริยาฟิชชันว่า “เป็นการยิงนิวตรอนเข้าไปยังนิวเคลียสของธาตุหนัก หรือธาตุที่มีเลขมวลมาก ให้แบ่งตัวเป็นนิวเคลียสของธาตุเบา หรือธาตุที่มีเลขมวลน้อยกว่าธาตุก่อนเกิดฟิชชัน”

- นักเรียนนำเสนอ ตัวอย่างของปฏิกิริยาฟิชชัน โดยเขียนเป็นสมการเคมีดังนี้

$$^{1}_{0}n + {}^{65}_{30}AX \rightarrow {}^{35}_{18}BX + {}^{26}_{12}CX + 4({}^{1}_{0}n) + 40MeV$$

แล้วอธิบายต่อว่า เลขมวลกับเลขอะตอมก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาจะเท่ากัน ส่วนนิวตรอน หรือจะขึ้นอยู่กับผลต่างระหว่างเลขมวลก่อนเกิดปฏิกิริยา กับเลขมวลหลังเกิดปฏิกิริยา และพลังงานนิวเคลียร์ จะขึ้นอยู่กับขนาดของมวลพร่อง หรือมวลที่หายไปหลังจากที่เกิดปฏิกิริยา

(หมายเหตุ: ธาตุ AX, BX และ CX เป็นชื่อธาตุสมมติ)

- ครูจะให้นักเรียนเปิดใบกิจกรรมที่ 16 ไปที่หน้าสุดท้าย ซึ่งจะเป็นหัวข้อ “สิ่งที่นักเรียนได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้” และนักเรียนจะบันทึก 1) ความรู้ที่นักเรียนได้รับ 2) ประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้รับ และ 3) การนำความรู้เกี่ยวกับ “ปฏิกิริยาฟิชชัน” ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

11. สื่อการเรียนรู้

11.1 วีดีทัศน์หรือภาพนิ่งเกี่ยวกับ “โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์”

11.2 ใบกิจกรรมที่ 16 เรื่อง “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย”

วิชา ฟิสิกส์ 5 (รหัสวิชา ว 30205)

ครูประจำวิชา ครูณัฏฐ์ เนาว์ช้าง

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์

ใบกิจกรรมที่ 16 เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย

1. สถานการณ์

“พลังงานนิวเคลียร์ ถือว่าเป็นพลังงานรูปแบบใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับประชาชนทั้งหลาย ในปัจจุบันนี้ ได้มีการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ขึ้น ในประเทศแถบยุโรป และทวีปอเมริกา เนื่องจากสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้จำนวนมาก เมื่อเทียบกับปริมาณของธาตุกัมมันตรังสียูเรเนียม-235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำปฏิกิริยาฟิชชัน ดังสมการปฏิกิริยาด้านล่าง”

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{56}Kr + 3({}^{1}_{0}n) + 200MeV $$

ถ้าสมมติว่า นักวิจัยทางด้านรังสีกลุ่มหนึ่งในประเทศไทย ได้วางแผนที่จะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โดยใช้อะตอมของยูเรเนียม – 235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการทำปฏิกิริยาฟิชชันเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งหมด 48,000 เมกะวัตต์/ปี ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของประชาชนทั้งประเทศ นักวิจัยจึงได้มีการปรึกษาหารือกันว่า ควรจะใช้อะตอมของยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดกี่ตัว

2. สถานการณ์โดยสรุป

.....

3. ปัญหาของสถานการณ์

.....

4. วิเคราะห์ปัญหา

.....

5. สมมติฐาน

.....

6. แนวคิดสำคัญ

.....

7. วางแผนการแก้ปัญหา

.....

8. ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

9. ข้อสรุปของสถานการณ์ ..... 10. สิ่งที่นักเรียนได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ .....

11.3 แหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่ หนังสือเรียน โทรศัพท์ของนักเรียน

12. นวัตกรรมการเรียนรู้

12.1 ครูนำภาพเหตุการณ์จริง พร้อมทั้งคำอธิบายสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับความรู้ทางฟิสิกส์และภาพเหตุการณ์จริงนั้น เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียน และสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

12.2 นักเรียนได้ฝึกทักษะการสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการอ้างอิงข้อมูลแบบ APA เพื่อส่งเสริมการอ่าน และการเรียนรู้ด้วยตนเอง

12.3 นักเรียนในกลุ่มเดียวกัน ได้ร่วมกันอภิปรายข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นการฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้เดิมอย่างมีเหตุผล

12.4 นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ การวิเคราะห์ปัญหา ระบุขั้นตอน ดำเนินการตามขั้นตอน ไปจนถึงการสรุปผลการแก้ปัญหา

12.5 นักเรียนได้ฝึกฝนการนำเสนอผลงาน คัดเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสื่อสาร และจัดทำสื่อการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงคุณค่าของการเรียนในเนื้อหาต่าง ๆ

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กรอบแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้
1. ระบุปัญหา	นักเรียนศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้อย่างละเอียดถี่ถ้วน และอธิบายว่า สถานการณ์ปัญหาดังกล่าว ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด	1. สามารถบอกได้ว่า ข้อความใดคือปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. วิเคราะห์ปัญหา	นักเรียนกำหนดสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาได้กำหนดมาให้ และเงื่อนไขเฉพาะที่เป็นแนวทางหนึ่งในการที่จะนำไปสู่การสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน	1. ระบุข้อความที่แสดงถึงปัญหา สาเหตุของปัญหา และจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้ 2. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้
3. ตั้งสมมติฐาน	นักเรียนนำความรู้เดิม และความรู้ที่ได้สืบค้นแต่ยังไม่ได้จัดระบบข้อมูลเป็นสารสนเทศ มาใช้ในการแก้ไขปัญหาอย่างรวดเร็ว เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือขั้นตอนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ต่อไป	1. สร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ใช้เหตุผลเชิงข้อเท็จจริงประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม และคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นกับทางเลือกนั้นได้
4. วางแผนการแก้ปัญหา	นักเรียนนำผลการวิเคราะห์ปัญหา และสมมติฐานที่ได้กำหนด มาใช้ในการวางแผนการแก้ไขปัญหา หรือวางแผนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน สอดคล้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ	1. สามารถเสนอวิธีทดลอง วิธีทดสอบสมมติฐาน หรือวิธีแก้ปัญหาได้ 2. เสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และเชื่อมโยงแนวทางดังกล่าวให้เข้ากับปัญหาได้
5. แก้ปัญหาและสรุปผล	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา หรือดำเนินการตามขั้นตอนในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอาศัยความรู้เดิม และความรู้ที่ผ่านการสืบค้นที่ผ่านการจัดระบบเป็นข้อมูลสารสนเทศ เป็นแนวทางในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหา	1. นำเสนอผลการแก้ปัญหาอย่างมีกระบวนการ 2. กำหนดขั้นตอนของแนวทางที่เลือก อธิบายสื่อหรือเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในขณะที่ดำเนินการแก้ปัญหา ดำเนินแก้ปัญหาตามขั้นตอน และสรุปผลการแก้ปัญหาหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รหัสวิชา ว 30205

สถานการณ์ที่ 1 โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ

วิศวกรไทยกลุ่มหนึ่ง มีโครงการที่จะสร้างเขื่อนคอนกรีตกั้นแม่น้ำ เพื่อใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า กักเก็บน้ำส่วนหนึ่งไว้ใช้ในยามแล้ง และเป็นแหล่งท่องเที่ยวของผู้มาเยี่ยมชม โดยวางแผนไว้ว่าเขื่อนกั้นแม่น้ำ จะทำจากวัสดุที่สามารถต้านทานแรงดันของน้ำได้ 8,000 นิวตัน / ลูกบาศก์เมตร ตัวสันเขื่อน มีความกว้าง 10 เมตร และส่วนของแม่น้ำที่ต้องการจะสร้างเขื่อน จะสร้างให้มีขนาดเท่ากับความกว้างของแม่น้ำ คือ 200 เมตร และความสูงของตลิ่ง คือ 25 เมตร แต่เนื่องจากเขื่อนกั้นแม่น้ำ มีความสามารถในการทนแรงดันน้ำที่จำกัด ฉะนั้น จึงจะต้องมีการกำหนดระดับความสูงของน้ำ เพื่อเป็นการเตือนว่า จะต้องระบายน้ำออกจากเขื่อน เมื่อระดับน้ำสูงถึงกำหนด เพื่อป้องกันไม่ให้แรงดันน้ำสูงกว่า แรงต้านของเขื่อนกั้นแม่น้ำ ซึ่งจะส่งผลให้เขื่อนกั้นน้ำเกิดความเสียหาย หรือพังทลาย แต่กลุ่มนักวิศวกรดังกล่าว ยังไม่แน่ใจว่า จะต้องกำหนดระดับความสูงของน้ำกี่เมตร

1. สถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด
   ก. ความสามารถในการทนแรงดันน้ำของเขื่อน
   ข. ระดับความสูงของน้ำในแม่น้ำ
   ค. พื้นที่หน้าตัดของเขื่อนที่รับแรงดันจากน้ำ
   ง. ปริมาตรของเขื่อน

2. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ดังตารางด้านล่าง

ตัวแปร	**ข้อความใช้แทนความหมายของตัวแปร**	**ปริมาณ**
f	ความสามารถในการทนแรงดันน้ำของวัสดุที่ใช้สร้างเขื่อน	[A]
t	ความกว้างของสันเขื่อน หรือ ความกว้างของตัวเขื่อน	[B]
[C]	ความกว้างของแม่น้ำ หรือ ความยาวของตัวเขื่อน	200 เมตร
h	D	25 เมตร
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ	[E]

นักเรียนคิดว่า [A], [B], [C], [D] และ [E] หมายถึงอะไร ตามลำดับ

ก. 8,000 นิวตัน / ลูกบาศก์เมตร, 10 เมตร, L, ความสูงของเขื่อน, 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ข. 8,000 นิวตัน, 10 เมตร, L, ความสูงของตลิ่ง, 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ค. 8,000 นิวตัน / ลูกบาศก์เมตร, 10 เมตร, l, ความสูงของเขื่อน, 1 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 200 นิวตัน, 25 เมตร, l, ความยาวของเขื่อน, 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

3. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ต้องการ

ก. ส่วนที่จะต้องรับแรงดันจากน้ำ คือส่วนของพื้นที่หน้าตัด หรือด้านกว้าง*ยาว ซึ่งมีพื้นที่ 5,000 ตารางเมตร

ข. เขื่อนควรจะระบายน้ำออก เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำสูงเกินกว่า 20 เมตร

ค. เขื่อนกั้นแม่น้ำที่สร้างเขื่อน สามารถทนแรงดันน้ำได้สูงสุด $4*10^8$ นิวตัน

ง. ตัวเขื่อนกั้นแม่น้ำ มีปริมาณทั้งหมด $5*10^4$ ลูกบาศก์เมตร

4. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง

A แก้สมการหาระดับความสูงของแม่น้ำ หรือ h จากสมการ $F = \frac{1}{2}\rho g L h^2$
B คำนวณหาปริมาตรของเขื่อนในหน่วยลูกบาศก์เมตร หรือ V โดยใช้สมการ $V = L * t * h$
C คำนวณหาแรงต้านของเขื่อน หรือ F โดยใช้สมการ $F = f * V$

จงเรียงลำดับกระบวนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ให้ถูกต้อง

ก. C -> B -> A

ข. B -> A -> C

ค. C -> A -> B

ง. B -> C -> A

5. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “โครงการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ” ว่าอย่างไร

ก. เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำสูงถึง 10 เมตร ควรจะมีการระบายน้ำออกจากเขื่อนอย่างเร่งด่วน เพื่อไม่ให้เขื่อนกั้นแม่น้ำเกิดการพังทลาย

ข. เขื่อนควรจะเปิดให้ระบายน้ำออก เมื่อระดับน้ำสูงถึง 20 เมตร

ค. เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำสูงถึง 20 เมตร ควรจะมีการระบายน้ำออกจากเขื่อนอย่างเร่งด่วน เพื่อไม่ให้เขื่อนกั้นแม่น้ำเกิดการพังทลาย

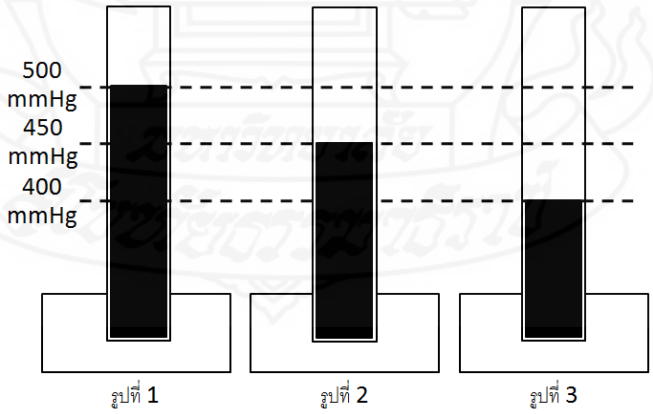
ง. เขื่อนควรจะเปิดให้ระบายน้ำออก เมื่อระดับน้ำสูงถึง 10 เมตร

สถานการณ์ที่ 2 นักท่องเที่ยวกับบารอมิเตอร์

สถานที่ ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมาก ๆ จะเป็นอีกหนึ่งแหล่งท่องเที่ยว ที่ผู้คนมาเยี่ยมชม เก็บเกี่ยวประสบการณ์ พร้อมทั้งบันทึกภาพไว้เป็นหลักฐาน ซึ่งสถานที่ดังกล่าวนั้น ได้มีการถูกบันทึกไว้ในสถิติ “10 อันดับ สถานที่ที่อยู่สูงที่สุดในโลก” ได้แก่

อันดับที่ 10 นครปาชูก้า เดอ โซโต้ ประเทศเม็กซิโก สูงจากระดับน้ำทะเล 2,408 เมตร
อันดับที่ 9 นครโคชาบามบ้า ประเทศโบลิเวีย สูงจากระดับน้ำทะเล 2,558 เมตร
อันดับที่ 8 นครโบโกตา ประเทศโคลัมเบีย สูงจากระดับน้ำทะเล 2,644 เมตร
อันดับที่ 7 นครโตลูคา เดอ เลเออร์โด้ ประเทศเม็กซิโก สูงจากระดับน้ำทะเล 2,680 เมตร
อันดับที่ 6 นครซูเคร ประเทศโบลิเวีย สูงจากระดับน้ำทะเล 2,790 เมตร
อันดับที่ 5 นครกวิโต ประเทศเอกวาดอร์ สูงจากระดับน้ำทะเล 2,820 เมตร
อันดับที่ 4 นครคุซโค ประเทศเปรู สูงจากระดับน้ำทะเล 3,400 เมตร
อันดับที่ 3 นครลาปาซ ประเทศโบลิเวีย สูงจากระดับน้ำทะเล 3,577 เมตร
อันดับที่ 2 นครลาซา ประเทศทิเบต สูงจากระดับน้ำทะเล 3,658 เมตร
อันดับที่ 1 นครโปโตซี ประเทศโบลิเวีย สูงจากระดับน้ำทะเล 4,000 เมตร

นาย D ซึ่งนักท่องเที่ยวชาวไทยคนหนึ่ง ก็อยากจะไปสัมผัสในสถานที่เหล่านั้นบ้าง จึงได้เดินทางไปตามเมืองหรือนครตามประเทศต่าง ๆ บนโลก ทั้งหมด 3 แห่งด้วยกัน พร้อมทั้งไปถ่ายรูปของบารอมิเตอร์มาทั้งหมด 3 รูป ดังนี้



เมื่อเขาเดินทางกลับมาที่ประเทศไทย เพื่อนของนักท่องเที่ยวได้สอบถามว่า เขาได้ไปสถานที่ใดมาบ้าง แต่เขาได้เพียงแต่ยื่นรูปถ่ายของบารอมิเตอร์ทั้ง 3 รูปนี้ ให้กับเพื่อนของเขาได้ดู ทันทีที่เขาได้ดูรูปถ่าย จึงเกิดความสงสัยว่า รูปถ่ายของบารอมิเตอร์ จะมีความเกี่ยวข้องอย่างไร กับสถานที่ ที่นักท่องเที่ยวได้เดินทางไป

6. สถานการณ์ “นักท่องเที่ยวกับบารอมิเตอร์” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. สถานที่ที่นักท่องเที่ยวได้ไปเยี่ยมเยียน

ข. ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลของบารอมิเตอร์ที่อยู่ในรูปถ่าย

ค. ความดันอากาศจากบารอมิเตอร์ปรอท

ง. สถานที่ที่อยู่สูงที่สุดในโลก

7. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “นักท่องเที่ยวกับบารอมิเตอร์” ดังตารางด้านล่าง

ตัวแปร	**ข้อความใช้แทนความหมาย ของตัวแปร**	**ปริมาณ**
P_1	ความดันหน่วยมิลลิเมตรปรอท จาก บารอมิเตอร์ในรูปถ่ายที่ 1	[A]
P_2	[B]	450 มิลลิเมตรปรอท
[C]	ความดันหน่วยมิลลิเมตรปรอท จาก บารอมิเตอร์ในรูปถ่ายที่ 3	400 มิลลิเมตรปรอท
h_1	[D]	ต้องการคำตอบของ P_1
h_2	ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ของปรอท ในรูปถ่ายที่ 2	ต้องการคำตอบของ P_2
[E]	ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ของปรอท ในรูปถ่ายที่ 3	ต้องการคำตอบของ P_3

นักเรียนคิดว่า [A], [B], [C], [D] และ [E] หมายถึงอะไร ตามลำดับ

ก. 500 มิลลิเมตรปรอท, ความดันหน่วยมิลลิเมตรปรอท จากบารอมิเตอร์ในรูปถ่ายที่ 1, P_2, ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ของปรอทในรูปถ่ายที่ 1 และ h_3

ข. 500 มิลลิเมตรปรอท, ความดันหน่วยมิลลิเมตรปรอท จากบารอมิเตอร์ในรูปถ่ายที่ 2, P_3, ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ของปรอทในรูปถ่ายที่ 1 และ h_3

ค. 450 มิลลิเมตรปรอท, ความดันหน่วยมิลลิเมตรปรอท จากบารอมิเตอร์ในรูปถ่ายที่ 3, P_1, ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ของปรอทในรูปถ่ายที่ 3 และ h_2

ง. 400 มิลลิเมตรปรอท, ความดันหน่วยมิลลิเมตรปรอท จากบารอมิเตอร์ในรูปถ่ายที่ 1, P_2, ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ของปรอทในรูปถ่ายที่ 2 และ h_2

8. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “นักท่องเที่ยวกับบารอมิเตอร์” ต้องการ

ก. ที่ความดัน 500, 450 และ 400 มิลลิเมตรปรอท อยู่ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 2,860 เมตร, 3,410 เมตร และ 3,960 เมตร ตามลำดับ

ข. สถานที่ที่อยู่สูงที่สุดในโลก คือ นครโปโตซี ประเทศโบลิเวีย

ค. นักท่องเที่ยวได้ไปถ่ายรูปบารอมิเตอร์ที่นครกวิโต นครคุซโค และนครโปโตซี

ง. รูปถ่ายบารอมิเตอร์ปรอทของนักท่องเที่ยวทั้ง 3 รูป มีค่า 500, 450 และ 400 มิลลิเมตรปรอท

9. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง

A ระบุชื่อสถานที่ที่ตรงกับระดับความสูงจากข้อมูล และใกล้เคียงกับระดับความสูงที่คำนวณได้
B เปรียบเทียบระดับความสูง หรือ h ที่คำนวณได้จากการพิจารณารูปถ่ายบารอมิเตอร์แต่ละรูป กับข้อมูลของ “10 อันดับ สถานที่ที่อยู่สูงที่สุดในโลก”
C คำนวณหาระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของรูปถ่ายบารอมิเตอร์แต่ละรูป หรือ h โดยใช้สมการ $h = (760 - P) * 11$

จงเรียงลำดับกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “นักท่องเที่ยวกับบารอมิเตอร์” ให้ถูกต้อง

ก. C -> B -> A

ข. C -> A -> B

ค. B -> A -> C

ง. B -> C -> A

10. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “นักท่องเที่ยวกับบารอมิเตอร์” ว่าอย่างไร จึงจะเหมาะสม

ก. นักท่องเที่ยวไปเยี่ยมสถานที่ทั้งหมด 3 แห่ง ได้แก่ นครคุซโค ประเทศเปรู, นครกวิโต ประเทศเอกวาดอร์ และ นครโตลูคา เดอ เลเออร์โด้ ประเทศเม็กซิโก

ข. นักท่องเที่ยวไปเยี่ยมสถานที่ทั้งหมด 3 แห่ง ได้แก่ นครโคชาบามบ้า ประเทศโบลิเวีย, นครโตลูคา เดอ เลเออร์โด้ ประเทศเม็กซิโก และ นครกวิโต ประเทศเอกวาดอร์

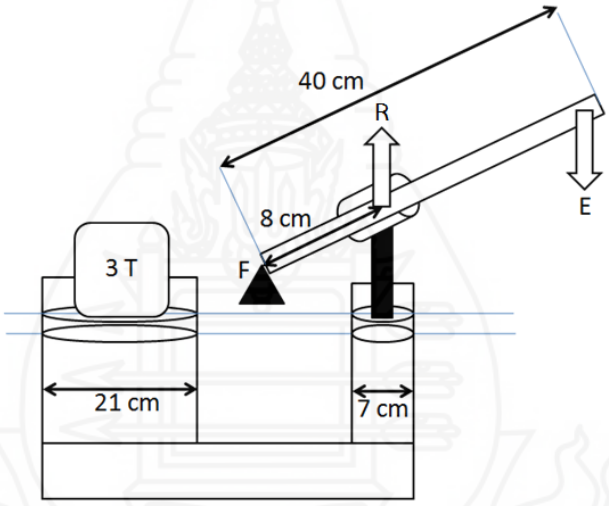
ค. นักท่องเที่ยวไปเยี่ยมสถานที่ทั้งหมด 3 แห่ง ได้แก่ นครกวิโต ประเทศเอกวาดอร์, นครคุซโค ประเทศเปรู และ นครโปโตซี ประเทศโบลิเวีย

ง. นักท่องเที่ยวไปเยี่ยมสถานที่ทั้งหมด 3 แห่ง ได้แก่ นครโปโตซี ประเทศโบลิเวีย, นครลาปาซ ประเทศโบลิเวีย และ นครซูเคร ประเทศโบลิเวีย

สถานการณ์ที่ 3 แม่แรงยกรถขนาดพกพา

แม่แรงยกรถยนต์ตัวหนึ่ง เป็นเครื่องมือที่ดัดแปลงมาจากเครื่องอัดไฮโดรลิก โดยการติดคานเข้ากับลูกสูบขนาดเล็ก เพื่อลดแรงพยายามในการยกรถ สมมติว่า มีชายคนหนึ่ง ต้องการที่จะยกตัวรถเพื่อตรวจสอบท้องรถและทำการซ่อมแซมส่วนที่เสียหาย โดยการซื้อแม่แรงยกรถขนาดพกพามา 1 ตัว ซึ่งมีลักษณะดังรูป แม่แรงยกรถขนาดพกพาดังกล่าว มีพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบใหญ่ 0.032 ตารางเมตร พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบเล็ก 0.004 ตารางเมตร และที่ลูกสูบขนาดเล็ก จะติดกับส่วนที่จะต้องสอดแท่งเหล็กทรงกระบอกเข้าไป

เมื่อชายคนนี้ สอดแท่งเหล็กทรงกระบอกความยาว 40 เซนติเมตร เข้าไป โดยให้ตำแหน่งของลูกสูบเล็ก ห่างจากปลายอีกฝั่งหนึ่งของแท่งเหล็กทรงกระบอกเป็นระยะ 8 เซนติเมตร ดังรูปด้านล่าง และทำการออกแรงที่จุด E เพื่อทำให้ตัวรถมวล 3 ตันของเขาถูกยกขึ้น แต่เขาสงสัยว่า จะต้องออกแรงกี่นิวตัน



11. สถานการณ์ “แม่แรงยกรถขนาดพกพา” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. ระยะจากแรงพยายาม ถึงจุดหมุน

ข. ขนาดของแรงพยายามที่จุด E

ค. แรงดันที่ของไหลกระทำต่อลูกสูบขนาดเล็ก

ง. ชนิดของของไหลที่อยู่ภายในแม่แรงยกรถ

12. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “แม่แรงยกรถขนาดพกพา” ดังตารางด้านล่าง

ตัวแปร	ข้อความใช้แทนความหมายของตัวแปร	ปริมาณ
A	พื้นที่หน้าตัดลูกสูบขนาดใหญ่	???
a	พื้นที่หน้าตัดลูกสูบขนาดเล็ก	???
E	แรงพยายาม	ต้องการทราบขนาดของ R, D, d
D	ระยะจากแรงพยายามถึงจุดหมุน	0.4 เมตร
R	แรงต้าน	ต้องการคำตอบของ F
d	ระยะจากแรงต้านถึงจุดหมุน	0.08 เมตร
W	น้ำหนักของรถยนต์	???
F	แรงกระทำต่อลูกสูบขนาดเล็ก	ต้องการทราบค่าของ W, A, a

จงระบุปริมาณของตัวแปร W, A, a ตามลำดับ

ก. $W = 3{,}000N, A = 0.032m^2, a = 0.004m^2$

ข. $W = 30{,}000N, A = 0.032m, a = 0.004m$

ค. $W = 3{,}000N, A = 0.004m^2, a = 0.032m^2$

ง. $W = 30{,}000N, A = 0.032m^2, a = 0.004m^2$

13. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “แม่แรงยกรถขนาดพกพา” ต้องการ

ก. แรงพยายามอยู่ห่างจากจุดหมุน 0.32 เมตร

ข. แรงพยายามที่ใช้ในการงัดคานเพื่อให้แม่แรงสามารถยกรถได้ มีค่าประมาณ 750 นิวตัน

ค. แรงดันที่ของไหลกระทำต่อลูกสูบขนาดเล็กของแม่แรงยกรถ มีค่าประมาณ 3,800 นิวตัน

ง. ของไหลที่อยู่ภายในแม่แรงยกรถ โดยส่วนมากจะเป็นน้ำมัน เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างลูกสูบกับพื้นผิวที่สัมผัสกับลูกสูบนั้น

14. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง

A พิจารณาให้แรง F เท่ากับ แรงต้านที่เกิดขึ้นกับคาน หรือ R

B หาน้ำหนักของมวลรถ W หรือ โดยใช้สมการ $W = mg$

C คำนวณหาแรงดันที่ของไหลภายในแม่แรงยกรถกระทำต่อลูกสูบเล็ก หรือ W โดยใช้สมการ $\frac{W}{A} = \frac{F}{a}$

D แปลงหน่วยของมวลรถ จากตันเป็นกิโลกรัม

E คำนวณหาขนาดของแรงพยายามที่จุด E หรือ E โดยใช้สมการ $ED = Rd$

จงเรียงลำดับกระบวนการแก้ปัญหา ของสถานการณ์ “แม่แรงยกรถขนาดพกพา” ให้ถูกต้อง

ก. A -> B -> E -> C -> D

ข. D -> A -> E -> C -> B

ค. A -> C -> B -> D -> E

ง. D -> B -> C -> A -> E

15. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “แม่แรงยกรถขนาดพกพา” ว่าอย่างไร จึงจะเหมาะสม

ก. แรงพยายามที่ใช้ในการงัดคานเพื่อให้แม่แรงสามารถยกรถได้ มีค่าประมาณ 850 นิวตัน

ข. แรงพยายามที่ใช้ในการงัดคานเพื่อให้แม่แรงสามารถยกรถได้ มีค่าประมาณ 750 นิวตัน

ค. แรงดันที่ของไหลกระทำต่อลูกสูบขนาดเล็กของแม่แรงยกรถ มีค่าประมาณ 3,750 นิวตัน

ง. แรงดันที่ของไหลกระทำต่อลูกสูบขนาดเล็กของแม่แรงยกรถ มีค่าประมาณ 3,850 นิวตัน

สถานการณ์ที่ 4 ทองจริง-ทองปลอม

หญิงสาวคนหนึ่ง ซื้อสร้อยคอทองคำหนัก 3 บาท มาจากร้านขายทองคำ แต่ก็เกิดสงสัยว่า เป็นทองคำแท้หรือไม่ จึงได้ดำเนินการพิสูจน์สร้อยคอทองคำ โดยเริ่มจากการสืบค้นข้อมูลที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ “ทองคำ” ก็พบว่า ทองคำนั้น จะมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 18,000 – 20,000 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร และได้สรุปว่า สร้อยคอทองคำที่ทำมาจากทองคำแท้ จะมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 18,000 – 20,000 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร นอกเหนือจากนั้น เป็นสร้อยคอทองคำที่ทำมาจากทองคำผสมกับโลหะชนิดอื่น ๆ หลังจากนั้น เธอจึงได้ลองนำสร้อยคอที่ซื้อจากร้านทองมาชั่งมวลโดยใช้ตาชั่งสปริง พบว่า ตาชั่งอ่านค่าได้ 0.45 นิวตัน แต่เมื่อเธอนำสร้อยคอที่ถูกแขวนด้วยตาชั่งสปริงนั้น ไปจุ่มลงน้ำ โดยให้สร้อยคอจมอยู่ในน้ำทั้งหมด พบว่า ตาชั่งอ่านค่าได้ 0.426 นิวตัน ซึ่งน้ำหนักส่วนต่างของน้ำหนักดังกล่าว สามารถนำไปคำนวณหาความหนาแน่นของสร้อยคอทองคำ และเปรียบเทียบกับข้อมูลทางทฤษฎี เพื่อพิสูจน์ว่าสร้อยคอทองคำทำมาจากทองคำแท้ หรือว่า ทำมาจากทองคำผสม

16. สถานการณ์ “ทองจริง-ทองปลอม” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. ความหนาแน่นของสร้อยคอทองคำ

ข. ประเภทของทองคำที่ใช้ในการทำสร้อยคอทองคำ

ค. สถานที่จำหน่ายสร้อยคอทองคำ

ง. มวลของสร้อยคอทองคำ

17. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “ทองจริง-ทองปลอม” ดังตารางด้านล่าง

ตัวแปร	ข้อความใช้แทนความหมายของตัวแปร	ปริมาณ
m	มวลของสร้อยคอทองคำ	???
F	แรงพยุงที่น้ำกระทำต่อสร้อยคอทองคำ	ต้องการทราบค่าของ T, m, g
T	น้ำหนักที่ตาชั่งสปริงอ่านค่าได้ ในขณะที่สร้อยคอทองคำจมอยู่ในน้ำ	???
V	ปริมาตรของสร้อยคอทองคำในส่วนที่จมอยู่ในน้ำ	ต้องการทราบค่าของ F, ρ, g
d	ความหนาแน่นของสร้อยคอทองคำ	ต้องการทราบค่าของ V, m
g	ความเร่งเนื่องจาก แรงโน้มถ่วงของโลก	???
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ	1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

จงระบุปริมาณของตัวแปร m, T และ g ตามลำดับ

ก. $m = 0.05kg, T = 0.43N, g = 9m/s^2$

ข. $m = 4.5kg, T = 0.0426N, g = 10m/s^2$

ค. $m = 0.045kg, T = 0.426N, g = 10m/s^2$

ง. $m = 0.5kg, T = 0.4N, g = 9m/s^2$

18. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “ทองจริง-ทองปลอม” ต้องการ

ก. สร้อยคอทองคำมีมวล 0.045 กิโลกรัม

ข. แรงพยุงที่กระทำต่อสร้อยคอทองคำ มีค่าประมาณ 0.02 นิวตัน

ค. สร้อยคอทองคำ น่าจะทำมาจากทองคำแท้

ง. สร้อยคอทองคำมีความหนาแน่นประมาณ 19,000 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร

19. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง

A แก้สมการ $V = \frac{m}{d}$ เพื่อ หาความหนาแน่นของสร้อยคอทองคำ หรือ d

B แทนค่าของ F, ρ และ g ลงในสมการ $F = \rho Vg$

C เปรียบความหนาแน่นของสร้อยคอทองคำที่คำนวณได้ กับข้อมูลความหนาแน่นของทองคำแท้

D แก้สมการหาปริมาตรของสร้อยคอทองคำ หรือ V

E คำนวณหาแรงพยุงที่น้ำกระทำต่อสร้อยคอทองคำ หรือ F โดยใช้สมการ $F = T - mg$

จงเรียงลำดับกระบวนการแก้ปัญหา ของสถานการณ์ “ทองจริง-ทองปลอม” ให้ถูกต้อง

ก. E -> B -> D -> A -> C

ข. A -> E -> C -> D -> B

ค. A -> B -> E -> D -> C

ง. E -> D -> C -> B -> A

20. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “ทองจริง-ทองปลอม” ว่าอย่างไร จึงจะเหมาะสม

ก. สร้อยคอทองคำของหญิงสาว ทำมาจากทองคำผสม เนื่องจากเป็นสร้อยคอทองคำที่มีความหนาแน่น 16,750 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร

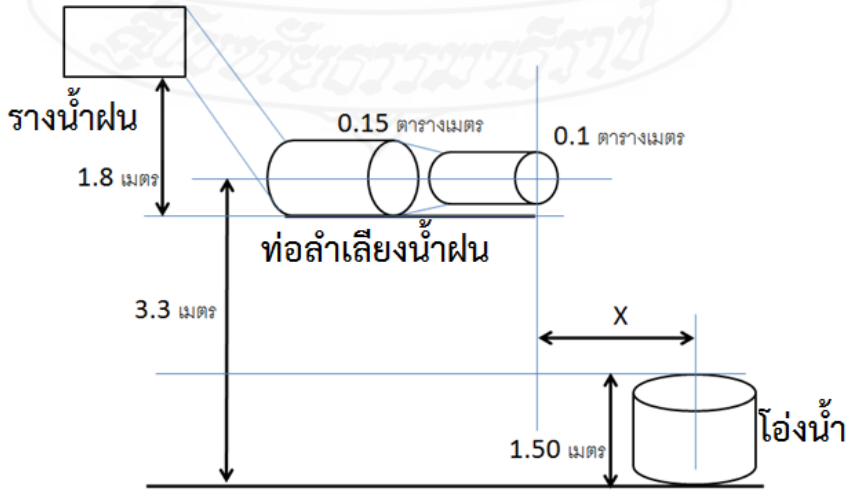
ข. สร้อยคอทองคำของหญิงสาว ทำมาจากทองคำแท้ เนื่องจากเป็นสร้อยคอทองคำที่มีความหนาแน่น 19,750 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร

ค. สร้อยคอทองคำของหญิงสาว ทำมาจากทองคำผสม เนื่องจากเป็นสร้อยคอทองคำที่มีความหนาแน่น 15,750 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร

ง. สร้อยคอทองคำของหญิงสาว ทำมาจากทองคำแท้ เนื่องจากเป็นสร้อยคอทองคำที่มีความหนาแน่น 18,750 กิโลกรัม / ลูกบาศก์เมตร

สถานการณ์ที่ 5 เส้นทางลำเลียงน้ำฝน

เนื่องจากรางน้ำฝนเดิมทีเคยติดตั้งอยู่สูงจากพื้นมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้น้ำไหลไม่ตรงตำแหน่งของโอ่ง และบริเวณที่น้ำฝนไหลลงไป ก็เป็นอาณาเขตของบ้านใกล้เรือนเคียง จึงทำให้นาย C (นามสมมติ) ซึ่งเป็นหนึ่งในสมาชิกของครอบครัว ได้วางแผนที่จะต่อท่อเข้ากับรางน้ำฝนภายในบ้าน ซึ่งได้วาดแบบแปลนที่มีลักษณะดังรูปด้านล่าง



นาย C นั้น ได้ต่อรางน้ำฝนลงมาที่ท่อลำเลียงน้ำ ซึ่งอยู่ต่ำกว่ารางน้ำฝน 1.8 เมตร เมื่อน้ำฝนไหลลงมา ก็จะไหลเข้าท่อลำเลียงน้ำฝนซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 0.15 ตารางเมตร และ 0.1 ตารางเมตร ตามลำดับก่อนที่จะไหลเข้าโอ่งเก็บน้ำฝน ซึ่งมีความสูง 1.5 เมตร แต่นาย C ยังไม่มั่นใจว่า จะวางโอ่งไว้ที่ตำแหน่งใด น้ำฝนจากท่อลำเลียงน้ำฝน จึงจะไหลเข้าที่ปากโอ่งมากที่สุด หรือให้น้ำฝนไหลลงที่ตรงกลางของปากโอ่งพอดี

21. สถานการณ์ “เส้นทางลำเลียงน้ำฝน” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. ความเร็วในแนวระดับของน้ำฝนที่ไหลออกมาจากท่อลำเลียงน้ำฝนลงสู่ปากโอ่ง

ข. ความสูงจากปากโอ่งถึงแนวระดับของท่อลำเลียงน้ำฝน

ค. ระยะจากตรงกลางของปากโอ่ง ถึงแนวดิ่งของปลายท่อลำเลียงน้ำฝน

ง. ความเร็วของน้ำฝนที่ไหลจากรางน้ำฝน ลงมาสู่ท่อลำเลียงน้ำฝน

22. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “เส้นทางลำเลียงน้ำฝน” ดังตารางด้านล่าง

ตัวแปร	**ข้อความใช้แทนความหมายของตัวแปร**	**ปริมาณ**
h_1	ระดับความสูงของรางน้ำฝน เมื่อวัดจากท่อลำเลียงน้ำฝน	???
h_2	ระดับความสูงของท่อลำเลียงน้ำฝน เมื่อวัดจากปากโอ่ง	???
g	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก	10 เมตร/วินาที^{2}
v_1	ความเร็วของน้ำฝนที่ไหลเข้าท่อลำเลียงน้ำฝน ขนาด 0.15 ตารางเมตร	ต้องการทราบค่าของ g, h_1
v_2	ความเร็วของน้ำฝนที่ไหลเข้าท่อลำเลียงน้ำฝน ขนาด 0.10 ตารางเมตร	ต้องการทราบค่าของ v_1
X	ระยะจากศูนย์กลางของปากโอ่ง ถึง แนวดิ่งของปลายท่อลำเลียงน้ำฝนขนาด 0.1 ตารางเมตร	ต้องการทราบค่าของ t, v_2
t	ระยะเวลาที่น้ำฝนไหลจากท่อลำเลียงน้ำฝน ลงสู่ปากโอ่ง	ต้องการทราบค่าของ g, h_2

ปริมาณของ h_1 และ h_2 คือข้อใด

ก. $h_1 = 1.5m, h_2 = 3.3m$

ข. $h_1 = 1.8m, h_2 = 3.3m$

ค. $h_1 = 1.5m, h_2 = 1.8m$

ง. $h_1 = 1.8m, h_2 = 1.8m$

23. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “เส้นทางลำเลียงน้ำฝน” ต้องการ

ก. ท่อลำเลียงน้ำฝน อยู่สูงจากแนวระดับของปากโอ่งประมาณ 1.8 เมตร

ข. น้ำฝนไหลออกมาจากท่อลำเลียงน้ำฝนลงสู่โอ่งด้วยความเร็วในแนวระดับ 9 เมตร / วินาที

ค. น้ำฝนไหลจากรางน้ำฝนลงมาสู่ปากท่อลำเลียงน้ำฝนด้วยความเร็ว 6 เมตร / วินาที

ง. ควรจะวางให้ตำแหน่งศูนย์กลางของปากโอ่งอยู่ห่างจากแนวดิ่งของท่อลำเลียงน้ำฝนประมาณ 5.4 เมตร เพื่อให้น้ำฝนไหลเข้าโอ่งมากที่สุด

24. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง

A คำนวณหาความเร็วของน้ำฝนที่ไหลผ่านท่อลำเลียงน้ำฝนขนาด 0.1 ตารางเมตร หรือ v_2 โดยใช้สมการ $0.15v_1 = 0.1v_2$
B คำนวณหาความเร็วของน้ำฝนที่ไหลเข้าท่อลำเลียงน้ำฝนขนาด 0.15 ตารางเมตร หรือ v_1 โดยใช้สมการ $v_1 = \sqrt{2gh_1}$
C คำนวณหาระยะจากตำแหน่งศูนย์กลางของปากโอ่ง ถึงแนวดิ่งของปากท่อลำเลียงน้ำฝน หรือ X โดยใช้สมการ $X = v_2t$
D คำนวณหาระยะเวลาที่น้ำฝนไหลจากท่อลำเลียงน้ำฝน ลงสู่ปากโอ่ง t หรือ โดยใช้สมการ $h_2 = \frac{1}{2}gt^2$

จงเรียงลำดับกระบวนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “เส้นทางลำเลียงน้ำฝน” ให้ถูกต้อง

ก. D -> C -> A -> B

ข. C -> A -> B -> D

ค. B -> A -> D -> C

ง. A -> C -> D -> B

25. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “เส้นทางลำเลียงน้ำฝน” ว่าอย่างไร จึงจะเหมาะสม

ก. ควรจะวางให้ตำแหน่งศูนย์กลางของปากโอ่งอยู่ห่างจากแนวดิ่งของท่อลำเลียงน้ำฝนประมาณ 5.4 เมตร เพื่อให้น้ำฝนไหลเข้าโอ่งมากที่สุด

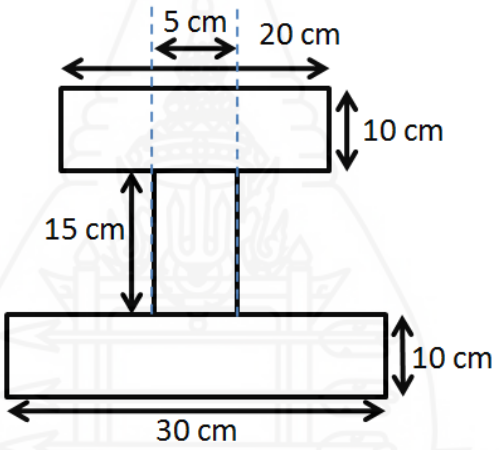
ข. ควรจะวางให้ตำแหน่งศูนย์กลางของปากโอ่งอยู่ห่างจากแนวดิ่งของท่อลำเลียงน้ำฝนประมาณ 5.8 เมตร เพื่อให้น้ำฝนไหลเข้าโอ่งมากที่สุด

ค. ควรจะวางให้ตำแหน่งศูนย์กลางของปากโอ่งอยู่ห่างจากแนวดิ่งของท่อลำเลียงน้ำฝนประมาณ 5.2 เมตร เพื่อให้น้ำฝนไหลเข้าโอ่งมากที่สุด

ง. ควรจะวางให้ตำแหน่งศูนย์กลางของปากโอ่งอยู่ห่างจากแนวดิ่งของท่อลำเลียงน้ำฝนประมาณ 5.6 เมตร เพื่อให้น้ำฝนไหลเข้าโอ่งมากที่สุด

สถานการณ์ที่ 6 รางรถไฟยืดหยุ่น

วิศวกรโยธากลุ่มหนึ่ง ได้ทำการสร้างรางรถไฟคู่ขนาน เพื่อความสะดวกในการโดยสาร โดยรางรถไฟนั้น จะเป็นการนำชิ้นส่วนของรางรถไฟแต่ละชิ้นส่วนมาต่อกัน แต่มีความจำเป็นที่จะต้องเว้นระยะห่างไว้เล็กน้อย เพื่อให้ตัวชิ้นส่วนของรางรถไฟนั้นได้ขยายตัวเมื่อเจอกับสภาวะอุณหภูมิสูง โดยที่ไม่เกิดการชนกันและทำให้รางรถไฟเกิดการบิดเบี้ยว ซึ่งชิ้นส่วนของรางรถไฟที่วิศวกรโยธากลุ่มดังกล่าวได้ใช้ จะมีค่ามอดุลัสยังเป็น $2*10^{11}$ นิวตัน / เมตร มีความยาว 2 เมตร และเมื่อชิ้นส่วนรางรถไฟได้ขยายตัว โมเลกุลภายในจะดันปลายของรางรถไฟหรือส่วนพื้นที่หน้าตัดให้ยาวขึ้นด้วยแรง $2.875*10^{8}$ นิวตัน รวมทั้งมีลักษณะของพื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนรางรถไฟดังรูปด้านล่าง



ถ้าหากนักเรียนเป็นหนึ่งในกลุ่มวิศวกรโยธา นักเรียนจะกำหนดให้ชิ้นส่วนของรางรถไฟแต่ละส่วนห่างกันเท่าไร

26. สถานการณ์ “รางรถไฟยืดหยุ่น” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. ความยาวที่เปลี่ยนไปของชิ้นส่วนรางรถไฟแต่ละส่วน

ข. พื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนรางรถไฟ

ค. ความเค้นของชิ้นส่วนรางรถไฟ

ง. ระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนรางรถไฟ

27. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “รางรถไฟยืดหยุ่น” ดังตารางด้านล่าง

ตัวแปร	ข้อความใช้แทนความหมายของตัวแปร	ปริมาณ
A	พื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนรางรถไฟ	???
F	แรงกระทำที่โมเลกุลภายในกระทำต่อ พื้นที่หน้าตัดของ ชิ้นส่วนรางรถไฟ	$5.75*10^{-5}$
σ	ความเค้นของชิ้นส่วนรางรถไฟ	ต้องการทราบค่าของ F, A
ΔL	ความยาวที่เปลี่ยนไปของชิ้นส่วนรางรถไฟ หลังจากที่ได้รับความร้อน	ต้องการทราบค่าของ ε, L
L	ความยาวเดิมของรางรถไฟ	10 เมตร
ε	ความเครียดของชิ้นส่วนรางรถไฟ	ต้องการทราบค่าของ Y, σ
Y	ค่ามอดุลัสยังของชิ้นส่วนรางรถไฟ	???

จงระบุค่ามอดุลัสยังของรางรถไฟ และคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนรางรถไฟในหน่วยตารางเมตร

ก. $Y = 2 * 10^{10}, A = 5.75 * 10^{-2} m^2$

ข. $Y = 2 * 10^{11}, A = 5.75 * 10^{-2} m^2$

ค. $Y = 2 * 10^{11}, A = 9.5 * 10^{-1} m^2$

ง. $Y = 2 * 10^{12}, A = 8 * 10^{-2} m^2$

28. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “รางรถไฟยืดหยุ่น” ต้องการ

ก. ชิ้นส่วนรางรถไฟ ควรจะวางให้อยู่ห่างกันอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข. ชิ้นส่วนรางรถไฟมีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 0.06 ตารางเมตร

ค. ความเค้นของชิ้นส่วนรางรถไฟ ซึ่งมีค่าประมาณ 0.001 นิวตัน / ตารางเมตร

ง. ชิ้นส่วนรางรถไฟจะขยายตัวตามยาวได้มากที่สุด 5 เซนติเมตร

29. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง

A แทนค่าของความเครียด ε ในสมการ $Y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ ด้วย $\frac{\Delta L}{L}$

B คำนวณหาความเค้น หรือตัวแปร σ โดยใช้สมการ $\sigma = \frac{F}{A}$

C คำนวณหาระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนรางรถไฟ ได้จาก $2(\Delta L)$

D แก้สมการหาความเครียดของชิ้นส่วนรางรถไฟ หรือ ε โดยใช้สมการ $Y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$
E แก้สมการหาความยาวที่เปลี่ยนไปของชิ้นส่วนรางรถไฟ หรือตัวแปร ΔL

จงเรียงลำดับกระบวนการแก้ปัญหา ของสถานการณ์ “รางรถไฟยืดหยุ่น” ให้ถูกต้อง

ก. D -> B -> E -> A -> C

ข. B -> D -> A -> E -> C

ค. A -> B -> D -> E -> C

ง. E -> C -> B -> A -> D

30. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “รางรถไฟยืดหยุ่น” ว่าอย่างไร จึงจะเหมาะสม

ก. หลังจากชิ้นส่วนรางรถไฟได้รับความร้อน จะเกิดการขยายตัวตามยาว ซึ่งในกรณีของสถานการณ์นี้ รางรถไฟจะขยายตัวได้ยาวที่สุด 10 เซนติเมตร

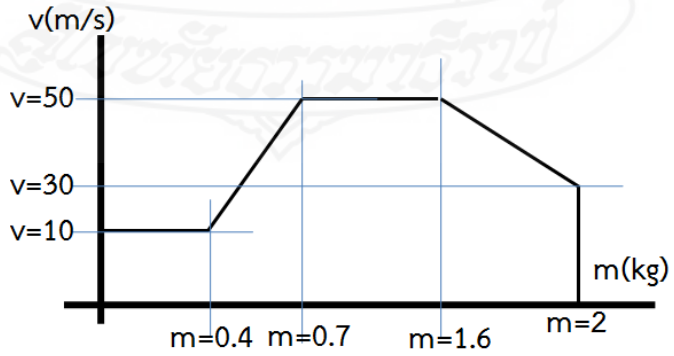
ข. หลังจากชิ้นส่วนรางรถไฟได้รับความร้อน จะเกิดการขยายตัวตามยาว ซึ่งในกรณีของสถานการณ์นี้ รางรถไฟจะขยายตัวได้ยาวที่สุด 5 เซนติเมตร

ค. ชิ้นส่วนรางรถไฟ ควรจะวางให้อยู่ห่างกันอย่างน้อย 5 เซนติเมตร เพื่อให้รางรถไฟเกิดขยายตัวโดยไม่ให้สัมผัสกับชิ้นส่วนอื่น ๆ ของรางรถไฟ

ง. ชิ้นส่วนรางรถไฟ ควรจะวางให้อยู่ห่างกันอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อให้รางรถไฟเกิดขยายตัวโดยไม่ให้สัมผัสกับชิ้นส่วนอื่น ๆ ของรางรถไฟ

สถานการณ์ที่ 7 การทดลองของเดอบรอยล์

เดอบรอยล์ ได้ศึกษาพฤติกรรมของวัตถุชนิดหนึ่ง และบันทึกผลการศึกษาในรูปแบบของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของวัตถุ และมวลของวัตถุดังรูปด้านล่าง



จากนั้น เขาได้ทำการตั้งข้อสันนิษฐานว่า วัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของมวลและความเร็วดังกล่าวน่าจะประพฤติตัวเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง แต่คลื่นที่ว่านี้ จะมีความยาวคลื่นเท่าไร

31. สถานการณ์ “การทดลองของเดอบรอยล์” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. พฤติกรรมของวัตถุ

ข. ความเร็วเฉลี่ยของวัตถุ

ค. ขนาดโมเมนตัมของวัตถุ

ง. ความยาวคลื่นของเดอบรอยล์

32. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “การทดลองของเดอบรอยล์” ดังตารางด้านล่าง

ตัวแปร	**ข้อความใช้แทนความหมายของตัวแปร**	**ปริมาณ**
A	พื้นที่ใต้กราฟระหว่างความเร็วกับมวลของวัตถุ	???
p	ขนาดโมเมนตัมของวัตถุ	ต้องการทราบค่าของ A
h	ค่าคงที่ของพลังค์	$666*10^{-36}$
λ	ความยาวคลื่นของเดอบรอยล์	ต้องการทราบค่าของ p, h

จงคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟที่สถานการณ์ “การทดลองของเดอบรอยล์” ให้มา หรือระบุปริมาณของตัวแปร A

ก. 74 กิโลกรัม*เมตร/วินาที

ข. 68 กิโลกรัม*เมตร/วินาที

ค. 64 กิโลกรัม*เมตร/วินาที

ง. 80 กิโลกรัม*เมตร/วินาที

33. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “การทดลองของเดอบรอยล์” ต้องการ

ก. วัตถุที่เดอบรอยล์ได้ทำการทดลองและศึกษา มีการเปลี่ยนแปลงขนาดและความเร็ว

ข. วัตถุที่เดอบรอยล์ได้ศึกษา มีขนาดของโมเมนตัมอยู่ในช่วง 60-90 กิโลกรัม*เมตร/วินาที

ค. เดอบรอยล์สันนิษฐานว่า วัตถุที่ตนกำลังศึกษา สามารถประพฤติตัวเป็นคลื่นของเดอบรอยล์ที่มีความยาวคลื่นประมาณ $9*10^{-36}$ เมตร

ง. วัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอยู่ตลอดเวลา จะมีความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 17 เมตร / วินาที

34. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง

A คำนวณหาขนาดของพื้นที่ใต้กราฟ หรือ A
B คำนวณหาความยาวคลื่นของเดอบรอยล์ หรือ λ โดยใช้สมการ $\lambda = \frac{h}{p}$
C พิจารณาพื้นที่ใต้กราฟ จากการแยกส่วนออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนของสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 ส่วน และสี่เหลี่ยมคางหมู 2 ส่วน
D คำนวณหาโมเมนตัมของวัตถุ หรือ p โดยใช้สมการ $p = A$

จงเรียงลำดับกระบวนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “การทดลองของเดอบรอยล์” ให้ถูกต้อง

ก. C -> D -> A -> B

ข. B -> D -> A -> C

ค. C -> A -> D -> B

ง. A -> D -> B -> C

35. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “การทดลองของเดอบรอยล์” ว่าอย่างไร จึงจะเหมาะสม

ก. จากการศึกษาวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและมวล ทำให้เดอบรอยล์ตั้งข้อสันนิษฐานว่า วัตถุดังกล่าว มีขนาดของโมเมนตัม 74 กิโลกรัม*เมตร/วินาที

ข. จากการศึกษาวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและมวล ทำให้เดอบรอยล์ตั้งข้อสันนิษฐานว่า วัตถุดังกล่าว มีขนาดของโมเมนตัม 64 กิโลกรัม*เมตร/วินาที

ค. จากการศึกษาวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและมวล ทำให้เดอบรอยล์ตั้งข้อสันนิษฐานว่า วัตถุดังกล่าว สามารถประพฤติตัวเป็นคลื่นของเดอบรอยล์ที่มีความยาวคลื่น $8*10^{-36}$ เมตร

ง. จากการศึกษาวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและมวล ทำให้เดอบรอยล์ตั้งข้อสันนิษฐานว่า วัตถุดังกล่าว สามารถประพฤติตัวเป็นคลื่นของเดอบรอยล์ที่มีความยาวคลื่น $9*10^{-36}$ เมตร

สถานการณ์ที่ 8 โครงการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย

“พลังงานนิวเคลียร์ ถือว่าเป็นพลังงานรูปแบบใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับประชาชนทั้งหลาย ในปัจจุบันนี้ ได้มีการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ขึ้น ในประเทศแถบยุโรป และทวีปอเมริกา เนื่องจากสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้จำนวนมาก เมื่อเทียบกับปริมาณ

ของธาตุกัมมันตรังสียูเรเนียม-235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำปฏิกิริยาฟิชชัน ดังสมการปฏิกิริยาด้านล่าง”

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{56}Kr + 3(^{1}_{0}n) + 200MeV$$

ถ้าสมมติว่า นักวิจัยทางด้านรังสีกลุ่มหนึ่งในประเทศไทย ได้วางแผนที่จะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โดยใช้อะตอมของยูเรเนียม – 235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการทำปฏิกิริยาฟิชชันเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งหมด 32,000 เมกะวัตต์/ปี ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของประชาชนทั้งประเทศ นักวิจัยจึงได้มีการปรึกษาหารือกันว่า ควรจะใช้อะตอมของยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดกี่ตัว

36. สถานการณ์ “โครงการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. จำนวนของยูเรเนียม – 235 ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปฏิกิริยาฟิชชันเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า

ข. พลังงานไฟฟ้าที่คนไทยใช้กันใน 1 ปี

ค. ประโยชน์ของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

ง. ประเทศที่นักวิจัยได้วางโครงการจะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

37. จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์ “โครงการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ดังตารางด้านล่าง

ตัวแปร	**ข้อความใช้แทนความหมายของตัวแปร**	**ปริมาณ**
E	พลังงานนิวเคลียร์ที่ยูเรเนียม – 235 จำนวน 1 ตัว ผลิตได้ ในหน่วยจูล	ต้องการทราบค่าของ V, e
s	จำนวนวินาที ใน 1 ปี	$3.2*10^{7}$ วินาที
e	พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์	$1.6*10^{-19}$ จูล
W	พลังงานไฟฟ้าที่คนไทยใช้ใน 1 ปี	$3.2*10^{10}$ วัตต์
n	จำนวนยูเรเนียม – 235 ที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทย	ต้องการทราบค่าของ J, E
J	ความต้องการไฟฟ้าของคนไทยใน 1 ปี ในหน่วยจูล	ต้องการทราบค่าของ W, s
V	พลังงานนิวเคลียร์ที่ยูเรเนียม – 235 จำนวน 1 ตัว ผลิตได้ ในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์	???

จงระบุปริมาณของตัวแปร V หรือ พลังงานนิวเคลียร์ที่ยูเรเนียม – 235 จำนวน 1 ตัว สามารถผลิตได้ ในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์

ก. $2*10^6$ อิเล็กตรอนโวลต์

ข. $2*10^7$ อิเล็กตรอนโวลต์

ค. $2*10^8$ อิเล็กตรอนโวลต์

ง. $2*10^9$ อิเล็กตรอนโวลต์

38. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “โครงการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ต้องการ

ก. จะต้องใช้ยูเรเนียม – 235 ทั้งหมดประมาณ $1*10^{13}$ ถึง $5*10^{13}$ ตัว เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทย

ข. ใน 1 ปี คนไทยจะใช้พลังงานไฟฟ้า 800 จูล ถึง 1,400 จูล

ค. กลุ่มของนักวิจัย ได้วางแผน ที่จะสร้างโรงไฟฟ้าในประเทศไทย โดยใช้ยูเรเนียม – 235 เป็นวัตถุดิบในการทำปฏิกิริยาฟิชชัน

ง. โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ เป็นโรงไฟฟ้าที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เป็นจำนวนมาก

39. จากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้ด้านล่าง

A คำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่คนไทยใช้ใน 1 ปี ในหน่วยจูล หรือตัวแปร J โดยใช้สมการ $J = \frac{W}{s}$
B คำนวณหาพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากการฟิชชันของยูเรเนียม – 235 จำนวน 1 ตัว ในหน่วยจูล หรือ E โดยใช้สมการ $E = V * e$
C พิจารณาปฏิกิริยาฟิชชันของยูเรเนียม – 235 และระบุพลังงานนิวเคลียร์ที่ผลิตได้ ในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ หรือระบุค่าของตัวแปร V
D คำนวณหาจำนวนยูเรเนียม – 235 ทั้งหมด ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ให้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทย หรือตัวแปร n โดยใช้สมการ $n = \frac{J}{E}$

จงเรียงลำดับกระบวนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ “โครงการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ให้ถูกต้อง

ก. C -> B -> A -> D

ข. A -> D -> C -> B

ค. D -> B -> A -> C

ง. B -> A -> D -> C

40. นักเรียนจะอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “โครงการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย” ว่าอย่างไร จึงจะเหมาะสม

ก. หากต้องการที่สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทย จะต้องใช้ยูเรเนียม – 235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญ จำนวนทั้งหมด $2*10^{13}$ ตัว

ข. หากต้องการที่สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทย จะต้องใช้ยูเรเนียม – 235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญ จำนวนทั้งหมด $3*10^{13}$ ตัว

ค. หากต้องการที่สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทย จะต้องใช้ยูเรเนียม – 235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญ จำนวนทั้งหมด $5*10^{13}$ ตัว

ง. หากต้องการที่สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของคนไทย จะต้องใช้ยูเรเนียม – 235 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญ จำนวนทั้งหมด $1*10^{13}$ ตัว

กรอบแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	พฤติกรรมบ่งชี้
1. ตีความ	นักเรียนทำความเข้าใจกับเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหา จากนั้น อธิบายหรือขยายความศัพท์เฉพาตามที่สถานการณ์ปัญหาได้กำหนด	1. ระบุความหมายของศัพท์เฉพาะที่ชัดเจน 2. ตระหนักถึงความสำคัญของการระบุความหมายของศัพท์เฉพาะที่ชัดเจน และสื่อความหมายของศัพท์เฉพาะดังกล่าวอย่างชัดเจน 3. มีความสามารถในการตีความ ทำความเข้าใจ หรือแปลความหมายของข้อมูลจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
2. กำหนดปัญหา	นักเรียนดำเนินการศึกษาเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน และนำผลการตีความศัพท์เฉพาะที่อาจมีอยู่ในเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว มาใช้ในการอธิบายประเด็นการเรียนรู้ หรือเรื่องราวที่ข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาต้องการ	1. กำหนดประเด็นการเรียนรู้และปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง สอดคล้องกับเนื้อหา 2. สามารถอธิบายหรือระบุปัญหา จากการวิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง 3. มีการกำหนดคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดอย่างชัดเจน และเกี่ยวข้องกัน
3. ตั้งสมมติฐาน	นักเรียนนำข้อมูลที่เป็นทั้งความรู้เดิม และความรู้ที่ผ่านการสืบค้น แต่ยังไม่ได้จัดระบบข้อมูลเป็นข้อสารสนเทศ มาใช้ในการแก้ไขปัญหาของสถานการณ์ที่ได้ระบุไว้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้แนวทางเบื้องต้นในการสร้างข้อสรุปของสถานการณ์	1. ตระหนักถึงความเชื่อพื้นฐานของตนเอง 2. รู้จักตัดสินใจข้ออ้างอิงที่ถูกต้องแม่นยำ โดยคำนึงถึงความน่าจะเป็น หรือความเป็นไป

กระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	พฤติกรรมบ่งชี้
		ได้ ในการลงความเห็น โดยอาศัยข้อมูลที่ตัดสินใจนั้น 3. สามารถตั้งข้อสันนิษฐานเบื้องต้นที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหาได้ 4. สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. จัดระบบข้อมูล	นักเรียนนำข้อมูลที่เป็นความรู้เดิม และความรู้ที่ผ่านการสืบค้น มาวิเคราะห์หาเนื้อหาที่มีความสำคัญ และมีความเป็นไปได้ในการที่จะสร้างข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งนำผลการวิเคราะห์ข้อมูล ไปร่วมอภิปราย เพื่อพิจารณาถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นไปได้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้เหมือน ๆ กัน	1. เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และสืบค้นข้อมูลนั้นอย่างตั้งใจและรอบคอบ 2. ชี้แจงแนวคิดสำคัญซึ่งเป็นตัวแทนของข้อมูลได้ 3. แสวงหาความรู้ที่ถูกต้องตามทฤษฎี และมีความน่าเชื่อถือ 4. ประเมินข้อมูลที่เป็นหลักฐานพยาน ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปได้ โดยยึดถึง ความจริง ความน่าเชื่อถือ และความเกี่ยวข้อง 5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มตั้งแต่ การวางแผนสืบค้น รวบรวมข้อมูล พิจารณาความน่าเชื่อถือ อภิปรายกลุ่มย่อย และสังเคราะห์ข้อมูล 6. มีความรู้ แนวคิด และหลักการที่ทันสมัย

กระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	พฤติกรรมบ่งชี้
		7. ประเมินข้อมูลที่เป็นหลักฐานพยาน ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป
5. สรุปอ้างอิง	นักเรียนอธิบาย และนำเสนอข้อสรุปของสถานการณ์ โดยการอ้างอิงพยานหลักฐานซึ่งเป็นความรู้ที่ผ่านการจัดระบบข้อมูลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และได้รับการยอมรับว่ามีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งแสดงความเชื่อมโยงระหว่าง ข้อสรุป ความรู้ และเนื้อหาของสถานการณ์ที่กำหนด	1. สรุปข้อมูลอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล 2. มีความสามารถในการใช้เหตุผล 3. สร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผลและสามารถอ้างถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ 4. สามารถประเมินหลักฐานโดยอาศัยเหตุผล และจะไม่ยืนยันข้อสรุป หรือให้คำตัดสินใจกับข้อสรุปนั้น จนกว่าจะมีหลักฐานเพียงพอ 5. มีความสามารถในการพิจารณาและตัดสินว่า ข้อสรุปนั้นสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่ และจำแนกข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอ 6. มีความสามารถในการสร้างข้อสรุป โดยนำข้อมูลที่สังเคราะห์นั้นมาใช้ในการอ้างเหตุผล 7. ให้การตัดสินใจในข้อสรุปบนพื้นฐานของความมีเหตุผล และข้อมูลเชิงข้อเท็จจริง โดยหลีกเลี่ยงการใช้อคติ อารมณ์ส่วนตัว หรือวิจารณญาณที่ขาดความน่าเชื่อถือมาใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รหัสวิชา ว 30205

สถานการณ์ที่ 1 นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์

กาวแป้งเปียก ถือว่า เป็นกาวที่ทำได้ง่าย รวมทั้งมีส่วนผสมที่หาซื้อได้ง่าย ดังนั้น อีกทั้งยังไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย แม่ว่า จะมีความเหนียวที่น้อยกว่ากาวลาเท็กส์ หรือกาวสังเคราะห์ก็ตาม โดยกาวแป้งเปียกที่ทำขึ้น จะต้องมีความเหนียวที่เหมาะสม หรือมีขนาดของแรงตึงผิวที่ใกล้เคียงกับ 200 นิวตัน / เมตร

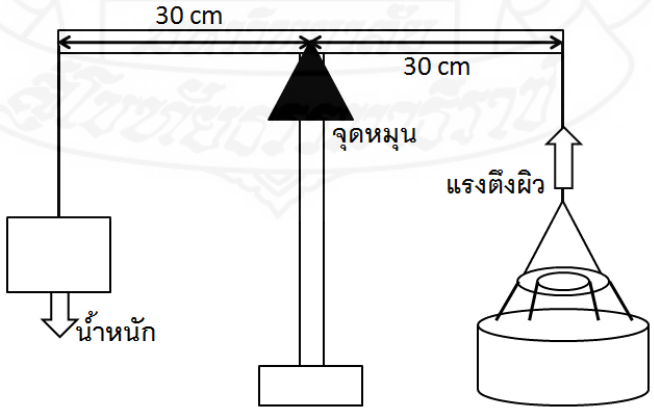
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มนี้ ต้องการที่จะศึกษาปริมาณของส่วนผสมที่ใช้ในการทำกาวแป้งเปียกที่ดี มีความเหนียวที่เหมาะสม จึงได้ทำการทดลอง เพื่อทดสอบความเหนียวของกาวแป้งเปียกที่ได้ทำขึ้น 3 ชนิด ซึ่งกาวแป้งเปียกแต่ละชนิด มีส่วนผสมระหว่างแป้งมันกับน้ำที่ต่างกัน ดังนี้

ชนิดที่ 1 ใช้แป้งมัน 400 กรัม, น้ำ 0.3 ลิตร

ชนิดที่ 2 ใช้แป้งมัน 200 กรัม, น้ำ 0.5 ลิตร

ชนิดที่ 3 ใช้แป้งมัน 100 กรัม, น้ำ 0.7 ลิตร

ซึ่งการทดสอบดังกล่าว จะใช้ชุดทดลองหาความตึงผิวของของเหลวดังรูปด้านล่าง ในการคำนวณหาความตึงผิวของกาวแป้งเปียกทั้ง 3 ชนิด จากนั้น นำมาเปรียบเทียบกับความตึงผิวของกาวแป้งเปียกที่เหมาะสม หากน้อยกว่า แสดงว่า กาวมีความเหนียวน้อยเกินไป แต่ถ้าหากมากกว่า แสดงว่า กาวมีความเหนียวมากเกินไป



*วงแหวนที่ใช้ **มีรัศมีวงใน 3.5 เซนติเมตร และรัศมีวงนอก 7 เซนติเมตร**

หลังจากที่นักเรียนได้ทำการทดลองแล้ว นักเรียนจึงได้บันทึกมวลที่ทำให้วงแหวนหลุดออกจากกาวแป้งเปียกพอดี และส่วนผสมที่ใช้ทำกาวแป้งเปียก ดังตารางด้านล่าง

ส่วนผสม		**มวลที่ทำให้วงแหวนหลุดออกจากกาวแป้งเปียกได้พอดี (กิโลกรัม)**
แป้งมัน (กรัม)	**น้ำ (ลิตร)**	
400	0.3	14.8
200	0.5	13.2
100	0.7	11.6

นักเรียนคิดว่า กาวแป้งเปียกชนิดใด ที่ถือว่าเป็นกาวแป้งเปียกที่ดี มีความตึงผิวเหมาะสม

1. กาวแป้งเปียกที่ดี จากสถานการณ์ “นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์” หมายถึง กาวแป้งเปียกที่มีลักษณะอย่างไร

ก. กาวแป้งเปียกที่ใช้เป็นแป้งมันเป็นส่วนผสมมากกว่าน้ำ

ข. กาวแป้งเปียกที่มีค่าความตึงผิวจากการทดลองใกล้เคียงกับ 200 นิวตัน / เมตร

ค. กาวแป้งเปียกที่มีค่าความตึงผิวจากการทดลอง มากที่สุด

ง. กาวแป้งเปียกที่ใช้น้ำหนักของวัตถุในการดึงน้อยที่สุด

2. สถานการณ์ “นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. กาวแป้งเปียกที่มีความเหนียวมากที่สุด

ข. เหตุที่ทำกาวแป้งเปียก

ค. ปริมาณของแป้งมันและน้ำที่เป็นส่วนผสมของกาวแป้งเปียก

ง. ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณหาความตึงผิวของกาวแป้งเปียก

3. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์” ต้องการ

ก. กาวแป้งเปียก เป็นสิ่งที่ใช้ยึดติดวัตถุที่มีมวลหรือความหนาแน่นไม่มาก สามารถใช้แทนกาวสังเคราะห์ได้

ข. กาวแป้งเปียกที่มีความเหนียวมากที่สุด คือ กาวแป้งเปียกที่ใช้แป้งมัน 400 กรัม กับน้ำ 0.3 ลิตร

ค. การคำนวณหาความตึงผิวของกาวแป้งเปียก จะใช้ความรู้เกี่ยวกับของโมเมนต์คาน และความตึงผิว

ง. กาวแป้งเปียกที่ดี ใช้แป้งมัน 200 กรัม และน้ำ 0.5 ลิตร

4. จากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

1. ในชุดการทดลองหาความตึงผิวของของไหล จะนำหลักของโมเมนต์คาน มาประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีของแรงตึงผิว ซึ่งถ้าหากเราแขวนวัตถุไว้ที่อีกฝั่งหนึ่งของวงแหวน วงแหวนนั้น ก็จะถูกยกขึ้น ในขณะนั้น ของไหลก็จะยึดวัตถุด้วยแรงตึงผิวค่าหนึ่ง และเมื่อของไหลนั้นหลุดออกจากวงแหวนแล้ว ก็จะสามารถคำนวณหาแรงหนืดได้ จากน้ำหนักของวัตถุที่แขวน เพราะฉะนั้น หากเราพิจารณาในขณะที่วงแหวนนั้นหลุดออกจากของไหล จะได้ว่า โมเมนต์ของน้ำหนักวัตถุ เท่ากับ โมเมนต์ของแรงตึงผิว ดังสมการแสดงความสัมพันธ์ $Wd = FD$ เมื่อ $W = mg$ แทนน้ำหนักของวัตถุ, r_W แทน ระยะจากจุดที่เกิดน้ำหนักถึงจุดหมุน, F แทน แรงตึงผิว และ r_F แทน ระยะจากจุดที่เกิดแรงตึงผิวถึงจุดหมุน
2. แรงตึงผิว เป็นแรงที่ของไหล พยายามที่จะยึดวัตถุไว้ชั่วขณะหนึ่ง ซึ่งคำนวณได้จากสมการ $F = \gamma L$ เมื่อ γ แทน ความตึงผิว และ L แทน ความยาวของวัตถุที่สัมผัสกับของไหล ในกรณีที่เป็นวงแหวนหนา จะมีค่าของ $L = 2\pi(R + r)$ เมื่อ r แทน รัศมีวงใน และ R แทน รัศมีวงนอก

จงระบุสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความตึงผิว (γ) กับ มวลของวัตถุที่ทำให้วงแหวนหลุดออกจากกาวแป้งเปียก (m) ให้ถูกต้อง

ก. $(mg) = (2\pi\gamma(R + r))$

ข. $(m)r_W = (2\gamma(R + r))r_F$

ค. $(mg)r_W = (2\pi\gamma(R + r))$

ง. $(mg)r_W = (2\pi\gamma(R + r))r_F$

5. จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “นักทดลองกาวแป้งเปียกรุ่นเยาว์” พร้อมทั้ง อธิบายข้อมูลที่สมเหตุสมผล

ก. กาวแป้งเปียกที่มีส่วนผสมระหว่างแป้งมัน 400 กรัม กับน้ำ 0.3 ลิตร เป็นกาวที่ดีที่สุด เนื่องจากว่ากาวที่ดี

จะต้องมีความเหนียวมาก ๆ หรือ มีค่าความตึงผิวมาก ๆ

ข. กาวแป้งเปียกที่มีส่วนผสมระหว่างแป้งมันกับน้ำทั้ง 3 ชนิด ไม่ใช่กาวแป้งเปียกที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นวัสดุใช้ทดแทน และให้ประสิทธิภาพที่น้อยกว่า กาวชนิดอื่น ๆ

ค. กาวแป้งเปียกที่มีส่วนผสมระหว่างแป้งมัน 200 กรัม กับน้ำ 0.5 ลิตร เป็นกาวที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นกาวแป้งเปียกที่มีค่าความตึงผิวใกล้เคียงกับ 200 นิวตัน / เมตร

ง. กาวแป้งเปียกที่มีส่วนผสมระหว่างแป้งมันกับน้ำทั้ง 3 ชนิด ต่างก็เป็นกาวแป้งเปียกที่ดีที่สุด เนื่องจาก เป็นกาวแป้งเปียกเหมือนกัน จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เหมือน ๆ กัน

สถานการณ์ที่ 2 เชื้อเพลิงเขียวบ้าน ๆ

นักเรียนสายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มหนึ่ง ในโรงเรียนจังหวัดนครราชสีมา ได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การเปรียบเทียบความสามารถในการให้ความร้อนของเชื้อเพลิงเขียว ซึ่งทำจากเศษวัชพืชทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ เศษใบไม้, แกลบ, ฟาง, กากมะพร้าว, ซังข้าวโพด และเปลือกทุเรียน” โดยการทำถ่านอัดแท่งขึ้นมา ทั้งหมด 6 ชนิด แล้วนำไปทดสอบ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

- เตรียมเตาถ่าน 6 เตา
- ใส่ถ่านหินทั้ง 6 ชนิด ไว้ในเตาถ่านแต่ละเตา
- จุดไฟใส่ถ่านอัดแท่งพร้อมกัน
- นำหม้อน้ำ 6 หม้อ ใส่ลงบนเตาถ่านแต่ละเตา (หม้อบรรจุน้ำแข็งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเท่ากัน แต่มวลต่างกัน)
- จับเวลาตั้งแต่นำหม้อใส่เตาถ่าน จนถึงเวลาที่น้ำเริ่มเดือด (น้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส)

หลังจากที่นักเรียนชั้น ม.3 ปฏิบัติตามขั้นตอนทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้ว นักเรียนจึงได้ทำการบันทึกผลการศึกษา ลงในตาราง ตามที่ปรากฏอยู่ด้านล่าง

วัสดุที่ใช้ทำเชื้อเพลิงเขียว	**ระยะเวลาที่น้ำเริ่มเดือด (วินาที)**	**มวลของน้ำแข็งที่ใช้ทดสอบ (กิโลกรัม)**
เศษใบไม้	1,878	1.0
แกลบ	1,728	0.8
ฟาง	1,258	0.6
กากมะพร้าว	1,394	0.7
ซังข้าวโพด	1,929	1.1
เปลือกทุเรียน	1,991	0.9

เนื่องจากระยะเวลาที่ไม่เท่ากัน จึงเป็นการยากที่จะสรุปผลการทดลองว่า วัสดุทำเชื้อเพลิงเขียวชนิดใด ที่ให้ความร้อนดีที่สุด ฉะนั้น นักเรียนคนหนึ่งในกลุ่ม จึงมีความคิดว่า หากทำให้ระยะเวลาในการให้ความร้อนเท่ากัน คือ 1 วินาที น่าจะสามารถบอกได้ว่า เชื้อเพลิงเขียวที่ให้ความร้อนที่ดีที่สุด คือเชื้อเพลิงเขียวที่ทำมาจากเศษวัชพืชชนิดใด

6. เชื้อเพลิงเขียวที่ให้ความร้อนได้ดีที่สุด จากสถานการณ์ “เชื้อเพลิงเขียวบ้าน ๆ” หมายถึง เชื้อเพลิงเขียวที่มีลักษณะอย่างไร

ก. เชื้อเพลิงเขียวที่ให้ความร้อนกับน้ำแข็งที่มีมวลมากที่สุด

ข. เชื้อเพลิงเขียวที่ทำให้น้ำเดือดรวดเร็วที่สุด

ค. เชื้อเพลิงเขียวที่ให้พลังงานความร้อนมากที่สุดในเวลา 1 วินาที

ง. เชื้อเพลิงเขียวที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลากับมวลของน้ำแข็งที่น้อยที่สุด

7. สถานการณ์ “เชื้อเพลิงเขียวบ้าน ๆ” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. ชนิดเชื้อเพลิงเขียวที่ให้ปริมาณความร้อนมากที่สุดใน 1 วินาที

ข. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงเขียวในหนึ่งวินาที, ระยะเวลาที่น้ำเริ่มเดือดและมวลของน้ำแข็งที่ใช้ทดสอบ

ค. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบการให้ความร้อนของเชื้อเพลิงเขียว

ง. วัสดุทั้งหมดที่ใช้ในการทำเชื้อเพลิงเขียว

8. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “เชื้อเพลิงเขียวบ้าน ๆ” ต้องการ

ก. เชื้อเพลิงเขียวที่ทำมาจากซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงเขียวที่ให้ปริมาณความร้อนมากที่สุดใน 1 วินาที

ข. เชื้อเพลิงเขียวที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลากับมวลของน้ำแข็งที่น้อยที่สุด คือ เชื้อเพลิงเขียวที่ทำมาจาก ซังข้าวโพด

ค. วัสดุทั้งหมดที่ใช้ในการทำเชื้อเพลิงเขียวสำหรับการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีอยู่ 6 ชนิด ได้แก่ เศษใบไม้, แกลบ, ฟาง, กากมะพร้าว, ซังข้าวโพด และ เปลือกทุเรียน

ง. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบการให้ความร้อนของเชื้อเพลิงเขียว คือ 1,991 วินาที

9. จากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

1. พลังงานความร้อน Q ในการทำให้น้ำแข็งมวล m ที่ 0 องศาเซลเซียส กลายเป็นน้ำมวล m ที่ 100 องศาเซลเซียส คือ $Q = m(L_m + 100 * c_w)$ เมื่อ L_m แทน ความร้อนแฝงในการหลอมเหลว (300 กิโลจูล/กิโลกรัม), c_w แทน ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ (4 กิโลจูล / (กิโลกรัม*เคลวิน))
2. พลังงานความร้อนในหนึ่งวินาที เป็นตัวแปรหนึ่งที่บอกถึง ความสามารถในการให้ความร้อน ถ้า q แทน พลังงานความร้อนในหนึ่งวินาที, t แทน เวลาในหน่วยวินาที และ Q แทน พลังงานความร้อนทั้งหมด จะได้ความสัมพันธ์ว่า $q = \frac{Q}{t}$

จงระบุสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มวลของน้ำแข็ง (m), ระยะเวลาที่น้ำเริ่มเดือด (t) กับ พลังงานความร้อนใน 1 วินาที (q) ให้ถูกต้อง

ก. $q = \frac{m}{t}(100 * c_w)$

ข. $q = \frac{m}{t}(L_m + 100 * c_w)$

ค. $q = mt(L_m + c_w)$

ง. $q = m(L_m t + 100)$

10. จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “เชื้อเพลิงเขียวบ้าน ๆ” พร้อมทั้ง อธิบายข้อมูลที่สมเหตุสมผล

ก. เชื้อเพลิงเขียวที่ให้ความร้อนที่มากที่สุดใน 1 วินาที คือ เชื้อเพลิงเขียวที่ทำมาจากซังข้าวโพด เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงเขียวให้พลังงานความร้อนกับน้ำแข็งมากที่สุด

ข. เชื้อเพลิงเขียวที่ให้ความร้อนที่มากที่สุดใน 1 วินาที คือ เชื้อเพลิงเขียวที่ทำมาจากซังข้าวโพด เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงเขียวที่สามารถให้ความร้อนได้ถึง 0.399 กิโลจูล / วินาที ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่มากที่สุดในบรรดาเชื้อเพลิงเขียวทั้งหมด

ค. เชื้อเพลิงเขียวที่ให้ความร้อนที่มากที่สุดใน 1 วินาที คือ เชื้อเพลิงเขียวที่ทำมาจากเปลือกทุเรียน เนื่องจากเปลือกทุเรียน เป็นวัสดุที่มีความทนทาน เมื่อได้รับความร้อน จะสลายตัวได้ช้า ทำให้มีระยะในการทนความร้อนที่ยาวนาน

ง. เชื้อเพลิงเขียวที่ให้ความร้อนที่มากที่สุดใน 1 วินาที คือ เชื้อเพลิงเขียวที่ทำมาจากฟาง เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงเขียวที่สามารถทำให้น้ำแข็ง 0 องศาเซลเซียส เป็นน้ำ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่น้อยที่สุด

สถานการณ์ที่ 3 ชาไทยเย็นที่มีรสชาติดีที่สุด

ในการทำชาไทยเย็นนั้น จะเริ่มจากการใช้ส่วนผสมของ ผงชาไทย น้ำเดือด น้ำตาลทราย และนมข้นหวาน เพื่อให้ชาไทยมีความร้อน จากนั้น ก็ทำให้เย็นขึ้นโดยการใส่น้ำแข็งลงไปในปริมาณที่พอเหมาะ พร้อมทั้งราดนมข้นจืดเพื่อตกแต่ง

มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนหนึ่งในโรงเรียน กำลังทำชาไทยเย็นในคาบเรียน คหกรรม จนกระทั่งมาถึงช่วงที่จะต้องใส่น้ำแข็ง นักเรียนในห้องดังกล่าวก็ได้ตั้งประเด็นปัญหาหนึ่งขึ้นมาว่า “การที่จะทำให้ชาไทยเย็นมีรสชาติที่เข้มข้นพอเหมาะ จะต้องกำหนดอัตราส่วนระหว่างชาไทย กับน้ำแข็ง ในปริมาณเท่าใด” พร้อมทั้งตั้งสมมติฐานการทดลองว่า “ชาไทยเย็นที่มีรถชาติเข้มข้นพอเหมาะ จะมีอุณหภูมิระหว่าง 10-15 องศาเซลเซียส” หลังจากนั้น ก็ได้ดำเนินการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมภาชนะบรรจุทั้งหมด 6 ใบ

ขั้นตอนที่ 2 วัดอุณหภูมิเดิมของชาไทย และบันทึกผล

ขั้นตอนที่ 3 ใส่ชาไทยมวล 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 และ 2.0 กิโลกรัม ลงไปในภาชนะบรรจุใบที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 4 เตรียมน้ำแข็งทั้งหมด 3.3 กิโลกรัม และแบ่งใส่ชาไทยในภาชนะบรรจุใบที่ 1-6 ในอัตราส่วน 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 และ 0.8 กิโลกรัม ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 5 บันทึกผลการทดลอง ซึ่งแสดงได้ดังตารางด้านล่าง

ภาชนะบรรจุใบที่	**มวลของชาไทย (กิโลกรัม)**	**อุณหภูมิเดิมของชาไทย (องศาเซลเซียส)**	**มวลของน้ำแข็ง (กิโลกรัม)**	**อุณหภูมิสุดท้ายของชาไทยเย็น (องศาเซลเซียส)**
1		50		
2		50		
3		50		
4		50		
5		50		
6		50		

นักเรียนคิดว่า ชาไทยเย็นที่มีรสชาติดี หรือมีรสชาติเข้มข้อพอเหมาะ จะเป็นชาไทยเย็นที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุใบที่เท่าใด

11. ชาไทยเย็นที่มีรสชาติดี จากสถานการณ์ “ชาไทยเย็นที่มีรสชาติดีที่สุด” หมายถึง ชาไทยที่มีลักษณะอย่างไร

ก. ชาไทยเย็นที่มีน้ำแข็งอยู่น้อยที่สุด

ข. ชาไทยเย็นที่มีอุณหภูมิสุดท้ายอยู่ในช่วงระหว่าง 10 องศาเซลเซียส ถึง 15 องศาเซลเซียส

ค. ชาไทยเย็นที่มีสัดส่วนระหว่างชาไทยกับน้ำแข็งที่ใกล้เคียงกัน

ง. ชาไทยเย็นที่มีอุณหภูมิสุดท้ายต่ำที่สุด

12. สถานการณ์ “ชาไทยเย็นที่มีรสชาติดีที่สุด” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. อัตราส่วนระหว่างน้ำแข็ง และชาไทย ที่ใช้ในการทำชาไทยเย็น

ข. มวลของน้ำแข็ง ที่แบ่งใส่ลงในภาชนะบรรจุแต่ละใบ

ค. อุณหภูมิสุดท้ายของชาไทยเย็นในภาชนะบรรจุแต่ละชนิด

ง. ลำดับของภาชนะบรรจุ ที่มีอุณหภูมิของชาไทยเย็นอยู่ระหว่าง 10-15 องศาเซลเซียส

13. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “ชาไทยเย็นที่มีรสชาติดีที่สุด” ต้องการ

ก. ภาชนะบรรจุใบที่ 5 และ 6 มีชาไทยเย็นที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 10-15 องศาเซลเซียส

ข. น้ำแข็งถูกแบ่งใส่ลงในภาชนะบรรจุใบที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ด้วยขนาดของมวล 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 และ 0.8 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค. ชาไทยเย็นที่อยู่ในการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จะใช้ชาไทย กับน้ำแข็งในอัตราส่วนประมาณ 2 ต่อ 1

ง. อุณหภูมิสุดท้ายของชาไทยเย็นในภาชนะบรรจุทั้ง 6 ชนิด จะมีอยู่สุดท้าย ตั้งแต่ 5-25 องศาเซลเซียส

14. จากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

1. สมดุลความร้อน จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ สสารในระบบทั้ง 2 ชนิดที่มีอุณหภูมิต่างกัน ถ่ายเทความร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิของทั้งระบบเท่ากัน หรือ พลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น ($Q_{\text{เพิ่ม}}$) เท่ากับ พลังงานความร้อนที่ลดลง ($Q_{\text{ลด}}$) ดังความสัมพันธ์ $Q_{\text{เพิ่ม}} = -Q_{\text{ลด}}$
2. เมื่อน้ำแข็งมวล m_i อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส กับชาไทยมวล m_w อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มาอยู่ในระบบเดียวกัน หรืออยู่ในภาชนะบรรจุใบเดียวกัน น้ำแข็งจะดูดความร้อนจากชาไทย จนมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น หรือมีพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นเท่ากับ $m_i(L_m + c_w T)$ ส่วนชาไทยก็จะคายความร้อนให้กับน้ำแข็ง ทำให้อุณหภูมิลดลง หรือมีพลังงานความร้อนลดลงเท่ากับ $m_w c_w(T - 50)$ เมื่อ L_m แทน ความร้อนแฝงในการหลอมเหลว (300 กิโลจูล / กิโลกรัม) และ c_w แทน ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ 4 กิโลจูล / (กิโลกรัม*เคลวิน)

จงระบุสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มวลของน้ำแข็ง (m_i), มวลของชาไทย (m_w) กับอุณหภูมิสุดท้ายของชาไทยเย็น (T) ให้ถูกต้อง

ก. $m_i(c_w T) = m_w(50)$

ข. $m_i(L_m T) = m_w c_w(T)$

ค. $m_i(L_m + c_w T) = m_w c_w(50 - T)$

ง. $m_i(L_m + c_w T) = m_w c_w(50 - T)$

15. จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “ชาไทยเย็นที่มีรสชาติดีที่สุด” พร้อมทั้ง อธิบายข้อมูลที่สมเหตุสมผล

ก. ชาไทยเย็นที่อยู่ในภาชนะบรรจุใบที่ 5 และใบที่ 6 เป็นชาไทยที่มีรสชาติดีที่สุด เนื่องจากมีอุณหภูมิสุดท้ายอยู่ในช่วงระหว่าง 10-15 องศาเซลเซียส

ข. ชาไทยเย็นที่อยู่ในภาชนะบรรจุทุกใบ เป็นชาไทยที่มีรสชาติดีที่สุด เนื่องจากชารสชาติของชาไทย ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำแข็ง

ค. ชาไทยเย็นที่อยู่ในภาชนะบรรจุใบที่ 2 ใบที่ 3 และใบที่ 4 เป็นชาไทยที่มีรสชาติดีที่สุด เนื่องจากการใส่น้ำแข็งที่มากเกินกว่า 1 ใน 3 ของปริมาณชาไทย จะทำให้ชาไทยถูกเจือจาง

ง. ชาไทยเย็นที่อยู่ในภาชนะบรรจุใบที่ 1 เป็นชาไทยที่มีรสชาติดีที่สุด เนื่องจากมีอุณหภูมิสุดท้ายที่สูงไม่เย็นเกินไปจนเกิดการเจือจาง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อรสชาติ

สถานการณ์ที่ 4 สัมมนางานวิจัยแก๊สเฉื่อย

มีนักวิจัยทั้งหมด 6 กลุ่ม ได้ประชุมเพื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับแก๊สเฉื่อย หรือธาตุหมู่ 8 ตามตารางธาตุกลุ่มละชนิด ได้แก่ ฮีเลียม (He) เลขมวล = 4, นีออน (Ne) เลขมวล = 20, อาร์กอน (Ar) เลขมวล = 40, คริปตอน (Kr) เลขมวล = 84, ซีนอน (Xe) เลขมวล = 131 และเรดอน (Rn) เลขมวล = 222 โดยตกลงกันว่าในระหว่างที่มีการศึกษา จะต้องมีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับ ชื่อของแก๊ส, ความเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย, อุณหภูมิ, ความดันของแก๊ส, ปริมาตรของแก๊ส หลังจากที่ได้ประชุม 1 ปี นักวิจัยทั้งหมด 6 กลุ่ม นี้ก็ได้ทำการวิจัยเสร็จสิ้น และมาประชุมพร้อมกันอีกครั้ง พร้อมทั้งนำเสนอ ผลการศึกษาตารางด้านล่าง

กลุ่มนักวิจัย	**ชื่อของแก๊สที่กลุ่มของนักวิจัยทำการศึกษา**	**ความเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย (เมตร/วินาที)**	**อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)**	**ความดันแก๊ส (นิวตัน / ตารางเมตร)**	**ปริมาตรของแก๊ส (ลูกบาศก์เมตร)**	**มวลของแก๊ส (กรัม)**
กลุ่ม 1	ฮีเลียม	1200	-33	-	-	-
กลุ่ม 2	นีออน	900	402	-	-	-
กลุ่ม 3	อาร์กอน	-	27	75,000	3.60	3,600
กลุ่ม 4	คริปตอน	300	42	-	-	-
กลุ่ม 5	ซีนอน	300	281	-	-	-
กลุ่ม 6	เรดอน	-	-73	50,000	1.60	11,100

ในระหว่างที่มีการนำเสนอผลการวิจัย นักวิจัยหนึ่งในนั้น ได้ทดลองนำผลการวิจัยจากนักวิจัยแต่ละกลุ่ม มาคำนวณหาเลขมวล ปรากฏว่า มีอยู่ 2 กลุ่ม ที่เลขมวลของแก๊สเฉื่อยไม่ตรงกับทฤษฎี หรือนักวิจัยกลุ่มนั้นบันทึกผลการวิจัยเป็นเท็จ นักเรียนคิดว่า นักวิจัย 2 กลุ่ม ดังกล่าว มีกลุ่มที่เท่าไรบ้าง

16. จากสถานการณ์ “สัมมนางานวิจัยแก๊สเฉื่อย” ที่นักเรียนได้ศึกษา นักเรียนคิดว่า ปริมาณในข้อใด เป็นตัวที่บ่งชี้ผลการวิจัยของนักวิจัยเป็นเท็จ

ก. ความดันของแก๊สเฉื่อย

ข. ปริมาตรของแก๊สเฉื่อย

ค. อุณหภูมิของแก๊สเฉื่อย

ง. เลขมวลของแก๊สเฉื่อย

17. สถานการณ์ “สัมมนางานวิจัยแก๊สเฉื่อย” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. กลุ่มของนักวิจัยที่บันทึกผลการวิจัยเป็นเท็จ

ข. ระยะเวลาที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับแก๊สเฉื่อย

ค. อุณหภูมิของแก๊สเฉื่อยในหน่วยเคลวิน

ง. ความรู้ที่นักวิจัยใช้ในการจับผิดกลุ่มของนักวิจัยที่บันทึกผลการวิจัยเป็นเท็จ

18. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “สัมมนางานวิจัยแก๊สเฉื่อย” ต้องการ

ก. หนึ่งในนักวิจัย สามารถจับผิดกลุ่มของนักวิจัยที่บันทึกผลเป็นเท็จได้ โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับ กฎของแก๊สในอุดมคติ และทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ข. นักวิจัยทั้ง 6 กลุ่ม ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับแก๊สเฉื่อยเป็นระยะเวลา 1 ปี

ค. นักวิจัยกลุ่มที่ 3 และนักวิจัยกลุ่มที่ 5 บันทึกผลการวิจัยเป็นเท็จ

ง. แก๊สเฉื่อย ได้แก่ He, Ne, Ar, Kr, Xe และ Rn มีอุณหภูมิ 240, 675, 300, 315, 554 และ 200 เคลวิน ตามลำดับ

19. จากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

1. สำหรับกลุ่มของนักวิจัยที่ทำการบันทึกผลเกี่ยวกับ “อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย” หรือ v_{rms} และ “อุณหภูมิของแก๊สเฉื่อยในหน่วยเคลวิน” หรือ T จะใช้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ในการคำนวณหาเลขมวลของแก๊ส (A) โดยใช้สมการ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3000RT}{A}}$ เมื่อ T เท่ากับอุณหภูมิของแก๊สเฉื่อยในหน่วยองศาเซลเซียส (C) บวกกับ 273 และ R แทน ค่าคงที่ของแก๊ส (ประมาณ 8)

2. สำหรับกลุ่มของนักวิจัยที่ทำการบันทึกผลเกี่ยวกับ “อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส (C)”, “ความสูงจากระดับน้ำทะเล (h)”, “ปริมาตรของแก๊ส (V)” และ “มวลของแก๊ส (m)” จะใช้ความรู้เกี่ยวกับกฎของแก๊สในอุดมคติ ในคำนวณหาเลขมวลของแก๊ส (A) โดยใช้สมการ $PV = nRT$ เมื่อ

จงระบุสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็วรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย (v_{rms}), อุณหภูมิของแก๊สเฉลี่ยในหน่วยองศาเซลเซียส (C) กับเลขมวลของแก๊ส (A) ให้ถูกต้อง

ก. $v_{rms} = \sqrt{\frac{3000(C+273)}{A}}$

ข. $v_{rms} = \sqrt{\frac{3000R(C-273)}{A}}$

ค. $v_{rms} = \sqrt{\frac{3000R(C+273)}{A}}$

ง. $v_{rms} = \sqrt{\frac{3000(C-273)}{A}}$

20. จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “สัมมนางานวิจัยแก๊สเฉื่อย” พร้อมทั้ง อธิบายข้อมูลที่สมเหตุสมผล

ก. นักวิจัยกลุ่มที่ 5 ที่วิจัยเกี่ยวกับแก๊สซีนอน และนักวิจัยกลุ่มที่ 6 ที่วิจัยเกี่ยวกับแก๊สเรดอน บันทึกผลการ วิจัยเป็นเท็จ เนื่องจากแก๊สซีนอนและแก๊สเรดอน เป็นแก๊สที่ค้นหาหรือสังเคราะห์ได้ยาก จึงไม่สามารถทำการวิจัยได้

ข. นักวิจัยกลุ่มที่ 3 ที่วิจัยเกี่ยวกับแก๊สอาร์กอน และนักวิจัยกลุ่มที่ 5 ที่วิจัยเกี่ยวกับแก๊สซีนอน บันทึกผลการวิจัยเป็นเท็จ เนื่องจากมีเลขมวลของแก๊สที่ไม่ตรงหรือใกล้เคียงกับทฤษฎี

ค. นักวิจัยกลุ่มที่ 1 ที่วิจัยเกี่ยวกับแก๊สฮีเลียม และนักวิจัยกลุ่มที่ 2 ที่วิจัยเกี่ยวกับแก๊สนีออน บันทึกผลการ วิจัยเป็นเท็จ เนื่องจากเป็นแก๊สที่มีความเร็วของโมเลกุลสูง ไม่สามารถบันทึกพฤติกรรม เพื่อคำนวณหาเลขมวลของแก๊สได้

ง. นักวิจัยกลุ่มที่ 2 ที่วิจัยเกี่ยวกับแก๊สนีออน บันทึกผลการวิจัยเป็นเท็จ เนื่องจากอุณหภูมิของแก๊สนีออน มีค่าสูงเกินไป ไม่สามารถทำการวิจัยได้

สถานการณ์ที่ 5 ดวงดาวที่มองเห็น

ทฤษฎีการแผ่วัตถุดำของพลังค์กล่าวว่า “วัตถุทุกชนิด จะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานค่าหนึ่งออกมา ซึ่งพลังงานดังกล่าวนี้ ขึ้นอยู่กับเลขควอนตัมของพลังงาน ดังสมการ $E = \frac{nhc}{\lambda}$ เมื่อ E แทน

พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, n แทน เลขควอนตัมของพลังงาน, แทน h ค่าคงที่ของพลังค์, c แทน ความเร็วแสงในสุญญากาศ, λ แทน ความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า”

สมมติว่า มีนักดาราศาสตร์กลุ่มหนึ่ง ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ดวงดาวในกาแลกซีทางช้างเผือก โดยการสุ่มดวงดาวมาทั้งหมด 7 ดวง จากนั้น ก็ได้ทำการวัดพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และเลขควอนตัมพลังงานของดาวดวงเหล่านั้น ซึ่งก็ได้ผลการทดลองดังตารางด้านล่าง

ลำดับของดาวฤกษ์	เลขควอนตัมของพลังงาน	พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (จูล)
1	4	$8.0*10^{-18}$
2	10	$4.7*10^{-18}$
3	11	$1.1*10^{-17}$
4	13	$8.7*10^{-18}$
5	7	$2.6*10^{-18}$
6	3	$7.1*10^{-19}$
7	17	$8.5*10^{-18}$

ถ้านักดาราศาสตร์กลุ่มนี้ สามารถมองเห็นดาวฤกษ์ที่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงที่ตามองเห็น คือ $4*10^{-7}$ เมตร ถึง $8*10^{-7}$ เมตร นักเรียนคิดว่า นักดาราศาสตร์กลุ่มนี้ จะมองเห็นดาวลำดับที่เท่าไรบ้าง

21. จากสถานการณ์ “ดวงดาวที่มองเห็น” ที่นักเรียนได้ศึกษา นักเรียนคิดว่า ดวงดาวที่นักดาราศาสตร์มองเห็น เป็นดวงดาวที่มีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. ดาวฤกษ์ที่มีเลขควอนตัมของพลังงานไม่เกิน 10

ข. ดาวฤกษ์ที่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีค่าความยาวคลื่นในช่วงที่ตามองเห็น

ค. ดาวฤกษ์ที่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ในช่วง $1*10^{-18}$ ถึง $9*10^{-18}$ จูล

ง. ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด

22. สถานการณ์ “ดวงดาวที่มองเห็น” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทางดาราศาสตร์

ข. ลำดับของดาวฤกษ์ที่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาในช่วงที่ตาเปล่ามองเห็น

ค. พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของดาวฤกษ์แต่ละดวงโดยเฉลี่ย

ง. ขอบเขตของการศึกษาดาวฤกษ์

23. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “ดวงดาวที่มองเห็น” ต้องการ

ก. นักดาราศาสตร์จะมองเห็นดวงฤกษ์ดวงที่ 2, 5 และ 7

ข. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากดาวฤกษ์ทั้งหมด 7 ดวง มีค่าเฉลี่ยประมาณ $6.3*10^{-18}$ จูล

ค. นักดาราศาสตร์ ได้ศึกษาดาวฤกษ์ภายในบริเวณของกาแลกซีทางช้างเผือก

ง. การคำนวณหาความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากดาวฤกษ์ โดยใช้ข้อมูลของเลขควอนตัมพลังงาน กับพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะต้องอาศัยทฤษฎีของการแผ่รังสีจากวัตถุดำตามสมมติฐานของพลังค์

24. จากข้อมูลที่สถานการณ์ “ดวงดาวที่มองเห็น” ให้มา

ทฤษฎีการแผ่วัตถุดำของพลังค์กล่าวว่า “วัตถุทุกชนิด จะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานค่าหนึ่งออกมา ซึ่งพลังงานดังกล่าวนี้ ขึ้นอยู่กับเลขควอนตัมของพลังงาน ดังสมการ $E = \frac{nhc}{\lambda}$ เมื่อ E แทน พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, n แทน เลขควอนตัมของพลังงาน, แทน h ค่าคงที่ของพลังค์ ($7*10^{-34}$), c แทน ความเร็วแสงในสุญญากาศ ($3*10^{8}$), λ แทน ความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า”

ข้อใด เป็นสมการในการคำนวณหา “ความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” ที่ถูกต้อง

ก. $\lambda = \frac{nhc}{E}$

ข. $\lambda = \frac{nh}{cE}$

ค. $\lambda = nhcE$

ง. $\lambda = \frac{hc}{nE}$

25. จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “ดวงดาวที่มองเห็น” พร้อมทั้ง อธิบายข้อมูลที่สมเหตุสมผล

ก. นักดาราศาสตร์ จะมองเห็นดาวฤกษ์ได้ทุกดวงที่ได้ศึกษา คือ ตั้งแต่ดาวฤกษ์ดวงที่ 1 ถึงดาวฤกษ์ดวงที่ 7 เนื่องจากดาวฤกษ์ทุกดวง จะมีแสงสว่างในตัวเอง ทำให้สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้

ข. นักดาราศาสตร์ จะมองเห็นดาวฤกษ์ลำดับที่ 2, ลำดับที่ 5, และลำดับที่ 7 เนื่องจากดาวฤกษ์ทั้ง 3 ดวงนี้ แผ่นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง $4*10^{-7}$ เมตร ถึง $8*10^{-7}$ เมตร

ค. นักดาราศาสตร์ ไม่สามารถมองเห็นดาวฤกษ์ดวงใดได้เลข เนื่องจากดาวฤกษ์ที่ทำการศึกษาอยู่ห่างไกลเกินไป และต้องใช้กล้องโทรทรรศน์ในการส่องดูเท่านั้น

ง. นักดาราศาสตร์ จะมองเห็นดาวฤกษ์ลำดับที่ 3 และลำดับที่ 6 เนื่องจากสายตาของมนุษย์ จะสามารถจำแนกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่พลังงานสูงที่สุด และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่พลังงานต่ำที่สุดได้

สถานการณ์ที่ 6 อะตอมเรืองแสง

จากทฤษฎีอะตอมของนีลโบร์ เมื่อ อิเล็กตรอนประจำระดับชั้นวงโคจรใด ๆ ภายในอะตอม ได้รับพลังงานจากโฟตอน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงวงโคจรไปยังระดับชั้นวงโคจรที่สูงกว่า แต่เนื่องจากว่าอิเล็กตรอนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับชั้นวงโคจรจะไม่เสถียร อิเล็กตรอนตัวนั้น จึงจะกลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิม พร้อมทั้งคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ถ้าสมมติว่า มีนักวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคกลุ่มหนึ่ง ได้ทำการกระตุ้นอิเล็กตรอนภายในอะตอมของไฮโดรเจนทั้ง 6 อะตอม โดยใช้โฟตอน ในการกระตุ้นอิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจนแต่ละอะตอม ทำให้อิเล็กตรอนในอะตอมของไฮโดรเจนดังกล่าว เกิดการเปลี่ยนแปลงชั้นวงโคจร ดังตารางด้านล่าง

ลำดับอะตอม	**ชั้นวงโคจรของของอิเล็กตรอนที่เป็นเป้า**	**ชั้นวงโคจรของอิเล็กตรอนหลังจากได้รับการกระตุ้น**
1	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2
2	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
3	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 5
4	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 6
5	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 4
6	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 3

จากผลการทดลองของนักวิจัยดังตารางด้านบน นักเรียนคิดว่า อะตอมของไฮโดรเจนตัวใด ที่นักวิจัยจะมองเห็นการเรืองแสง หรืออะตอมไฮโดรเจน แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่ตามองเห็น หรือมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงระหว่าง $4*10^{-7}$ เมตร ถึง $8*10^{-7}$ เมตร

26. จากสถานการณ์ “อะตอมเรืองแสง” ที่นักเรียนได้ศึกษา นักเรียนคิดว่า อะตอมที่เกิดการเรืองแสง เกิดจากเหตุการณ์ในข้อใด

ก. ใช้โฟตอนพลังงานสูงในการกระตุ้นอิเล็กตรอนในอะตอม เพื่อให้อิเล็กตรอนเกิดการคายพลังงานในปริมาณที่สูงมาก ๆ

ข. อิเล็กตรอนในอะตอมเกิดการเปลี่ยนแปลงไปยังชั้นวงโคจรที่สูงกว่า แต่ไม่ห่างจากชั้นวงโคจรเดิมมากนัก

ค. อะตอมได้รับพลังงานจากโฟตอน และเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากพลังงานของโฟตอนไปเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ง. อิเล็กตรอนภายในอะตอมคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น $4*10^{-7}$ เมตร ถึง $8*10^{-7}$ เมตร

27. สถานการณ์ “อะตอมเรืองแสง” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของกลุ่มนักวิจัยทางด้านฟิสิกส์อนุภาค

ข. ชั้นวงโคจรที่อิเล็กตรอนกระโดดขึ้นไปได้สูงที่สุด

ค. ชนิดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากอะตอมไฮโดรเจนแต่ละตัว

ง. อะตอมที่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาช่วงที่ตามองเห็น เนื่องจากการคายพลังงานของอิเล็กตรอน

28. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “อะตอมเรืองแสง” ต้องการ

ก. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากอะตอมไฮโดรเจนแต่ละตัว ได้แก่ รังสีอินฟาเรด และแสงที่ตามองเห็น

ข. อิเล็กตรอนกระโดด หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงชั้นวงโคจรไปได้สูงสุดถึงชั้นที่ 6

ค. อิเล็กตรอนภายในอะตอมที่คายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่ตามองเห็น คือ อิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนตัวที่ 2 และ ตัวที่ 5

ง. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของกลุ่มนักวิจัยทางด้านฟิสิกส์อนุภาค คือ ทฤษฎีอะตอมของนีลโบร์

29. จากข้อมูลที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

จากทฤษฎีอะตอมของนีลโบร์ที่กล่าวว่า “หลังจากที่อิเล็กตรอนได้รับการกระตุ้นจากโฟตอน อิเล็กตรอนจะกลับลงมาที่ชั้นวงโคจรเดิม พร้อมกับคายพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรืออะตอมมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา” ซึ่งความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากอะตอม หรือ λ จะสามารถคำนวณได้จากการแก้สมการ $\frac{1}{\lambda} = R[\frac{1}{{n_i}^2} - \frac{1}{{n_f}^2}]$ เมื่อ n_f แทน ชั้นวงโคจรของอิเล็กตรอนหลังจากที่ได้รับการกระตุ้น, n_i แทน ชั้นวงโคจรเดิมของอิเล็กตรอน และ R แทน ค่าคงที่ของริดเบิร์ก ($1.1*10^7$)

ข้อใด เป็นสมการในการคำนวณหา “ความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากอะตอม” ที่ถูกต้อง

ก. $\lambda = \frac{1}{R}\left[\frac{{n_f}^2 - {n_i}^2}{{n_i}^2 {n_f}^2}\right]$

ข. $\lambda = \frac{1}{R}\left[\frac{{n_i}^2 - {n_f}^2}{{n_i}^2 {n_f}^2}\right]$

ค. $\lambda = \frac{1}{R}\left[\frac{{n_i}^2 {n_f}^2}{{n_f}^2 - {n_i}^2}\right]$

ง. $\lambda = \frac{1}{R}\left[\frac{{n_i}^2 {n_f}^2}{{n_i}^2 - {n_f}^2}\right]$

30. จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “อะตอมเรืองแสง” พร้อมทั้ง อธิบายข้อมูลที่สมเหตุสมผล

ก. อะตอมของไฮโดรเจนตัวที่ 2 และตัวที่ 5 เป็นอะตอมที่เรืองแสง เนื่องจาก อิเล็กตรอนภายในอะตอมไฮโดรเจนตัวดังกล่าว มีการคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่ตามองเห็น หรือมีความถี่อยู่ในช่วง $4*10^{-7}$ เมตร ถึง $8*10^{-7}$ เมตร

ข. อะตอมของไฮโดรเจนตัวที่ 3 และตัวที่ 4 เป็นอะตอมที่เรืองแสง เนื่องจาก อิเล็กตรอนภายในอะตอมไฮโดรเจนตัวดังกล่าว มีการคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่ตามองเห็น หรือมีความถี่อยู่ในช่วง $4*10^{-7}$ เมตร ถึง $8*10^{-7}$ เมตร

ค. อะตอมของไฮโดรเจนตัวที่ 1 และตัวที่ 6 เป็นอะตอมที่เรืองแสง เนื่องจาก อิเล็กตรอนภายในอะตอมไฮโดรเจนตัวดังกล่าว มีการคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่ตามองเห็น หรือมีความถี่อยู่ในช่วง $4*10^{-7}$ เมตร ถึง $8*10^{-7}$ เมตร

ง. อะตอมของไฮโดรเจนทุกตัว เป็นอะตอมที่เรืองแสง เนื่องจาก มนุษย์สามารถสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ทุกช่วงความยาวคลื่น

สถานการณ์ที่ 7 ให้สีเป็นตัวทำนาย

นักวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคคนหนึ่ง ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากอะตอม ในครั้งนี้ นักวิจัยดังกล่าวได้ทดลองกับอิเล็กตรอนในอะตอมชนิดหนึ่ง ซึ่งมีพลังงานยึดเหนี่ยว 2.4 อิเล็กตรอนโวลต์ แต่เนื่องด้วยข้อจำกัด ด้านเครื่องมือการวิจัย จึงสามารถที่จะยิงแสงเข้าไปที่อะตอมได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น และการมองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนได้ชัดเจนที่สุด ความเร็วของโฟโตอิเล็กตรอนควรจะมีค่าน้อยที่สุด หากสมมติว่านักเรียนเป็นผู้ช่วยในการทดลองนี้ นักเรียนจะแนะนำให้นักวิจัยยิงแสงสีอะไรเข้าไปกระตุ้นอิเล็กตรอน จึงจะมองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอมได้อย่างชัดเจนที่สุด

31. คุณสมบัติของแสงที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค และหลังจากนั้น ก็จะมองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดมาจากอะตอมได้อย่างชัดเจนที่สุด คือแสงที่มีคุณสมบัติในข้อใด

ก. แสงที่ให้พลังงานมากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยว แต่มีค่าที่แตกต่างกับค่าพลังงานยึดเหนี่ยวมาก

ข. แสงที่ให้พลังงานน้อยกว่าพลังงานยึดเหนี่ยว แต่มีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าพลังงานยึดเหนี่ยว

ค. แสงที่ให้พลังงานมากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยว แต่มีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าพลังงานยึดเหนี่ยว

ง. แสงที่ให้พลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว

32. สถานการณ์ “ให้สีเป็นตัวทำนาย” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. เงื่อนไขที่ทำให้มองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนได้ชัดเจนที่สุด

ข. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของโฟโตอิเล็กตรอน กับพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน

ค. ลักษณะของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค

ง. สีของแสงที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค และทำให้โฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอมด้วยความเร็วที่น้อยที่สุด

33. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “ให้สีเป็นตัวทำนาย” ต้องการ

ก. สีของแสงที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค และทำให้โฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอมด้วยความเร็วที่น้อยที่สุด คือ แสงสีเขียว

ข. วัตถุที่เคลื่อนที่ได้ช้า สายตาสามารถจับภาพได้ทัน ฉะนั้น การมองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนได้ชัดเจนที่สุด คือ การทำให้พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน มีค่าน้อยที่สุด

ค. ถ้าโฟโตอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v โฟโตอิเล็กตรอน จะมีพลังงานเท่ากับ $\frac{1}{2}mv^2$

ง. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค เป็นปรากฏการณ์ที่ยิงแสงที่ให้พลังงานค่าหนึ่งเข้าไป หากพลังงานของแสงดังกล่าว มีมากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวระหว่างอิเล็กตรอนกับนิวเคลียสในอะตอม อิเล็กตรอนก็จะหลุดออกมาจากอะตอม

34. จากข้อมูลที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

1. เมื่อยิงแสงด้วยค่าพลังงานที่สามารถเอาชนะพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนภายในอะตอมได้ ก็จะให้อิเล็กตรอนหลุดออกมา กลายเป็นโฟโตอิเล็กตรอน เมื่อโฟโตอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่ ก็จะมีพลังงานจลน์เกิดขึ้น หาก E_k แทนด้วย พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน, E แทนด้วยพลังงานแสง W แทนด้วยพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอมในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ และ e แทนด้วย $1.6 * 10^{-19}$ จูล ซึ่งเท่ากับพลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์ ก็จะได้ความสัมพันธ์ที่ว่า $E_k = E - We$
2. จากสมมติฐานของพลังค์ จะพบว่า แสงที่ความถี่ λ สามารถ ให้พลังงานได้เท่ากับ $E = \frac{hc}{\lambda}$
3. พลังงานจลน์ ขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของวัตถุ หากวัตถุมีความเร็วมาก พลังงานจลน์ก็จะยิ่งมาก แต่ในทางกลับกัน หากวัตถุมีความเร็วน้อย พลังงานจลน์ก็จะน้อย

จงระบุสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวคลื่นของแสง (λ), พลังงานจลน์ (E_k) และพลังงานยึดเหนี่ยว (W) ให้ถูกต้อง

ก. $\frac{c}{\lambda} = E_k + W$

ข. $\frac{hc}{\lambda} = E_k - We$

ค. $\frac{hc}{\lambda} = E_k + We$

ง. $h\lambda = E_k - W$

35. จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “ให้สีเป็นตัวทำนาย” พร้อมทั้ง อธิบายข้อมูลที่สมเหตุสมผล

ก. สีที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค และทำให้มองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนได้ชัดเจนที่สุด คือ สีแสด เนื่องจาก แสงสีแสด ให้พลังงานที่สามารถเอาชนะพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอมได้ และโฟโตอิเล็กตรอนก็จะหลุดออกมาด้วยความเร็วที่เหมาะสม ไม่เร็วเกินไป ไม่ช้าเกินไป

ข. สีที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค และทำให้มองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนได้ชัดเจนที่สุด คือ สีเขียว เนื่องจาก แสงที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร มีพลังงานที่มากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอมอยู่เพียงเล็กน้อย ทำให้โฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอมด้วยความเร็วต่ำ

ค. สีที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค และทำให้มองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนได้ชัดเจนที่สุด คือ สีม่วง เนื่องจาก เป็นสีที่ให้พลังงานแสงน้อยที่สุด เมื่อพลังงานแสงน้อยที่สุด ความเร็วของโฟโตอิเล็กตรอน หรือพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน ก็จะมีค่าน้อยที่สุดด้วย

ง. สีที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริค และทำให้มองเห็นโฟโตอิเล็กตรอนได้ชัดเจนที่สุด คือ สีน้ำเงิน เนื่องจาก เป็นแสงที่มีพลังงานใกล้เคียงกับพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอม ทำให้พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมามีค่าที่ต่ำ และสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

สถานการณ์ที่ 8 ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย

ครอบครัวหนึ่งมีสมาชิกอยู่ทั้งหมด 6 คน ได้แก่ A, B, C, D, G และ O แต่ B เป็นสมาชิกคนเดียว ที่ป่วยเป็นโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ และจะต้องเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล ซึ่งวิธีการรักษาโรคมะเร็งต่อไทรอยด์ดังกล่าวนี้ ก็คือ การฉายรังสี ไอโอดีน – 131 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 8 วัน และรอให้ปริมาณรังสี เหลือเพียงร้อยละ 3.125 ของปริมาณเดิม จึงจะออกจากโรงพยาบาล หรือให้ญาติมารับได้ หาก B ได้เข้ารับการรักษาในวันที่อังคารที่ 8 สิงหาคม 2560 และวันที่แต่ละคนสะดวกจะมารับ B ถูกกำหนดไว้ดังตารางด้านล่าง

ชื่อ	วันที่สะดวกจะมารับ
A	วันจันทร์
C	วันอังคาร
D	วันศุกร์
G	วันเสาร์
O	วันอาทิตย์

นักเรียนคิดว่า ในวันที่ B ได้ออกจากโรงพยาบาล B จะได้พบกับใคร

36. คนที่ B จะได้พบในวันที่ B หายจากอาการป่วย หมายถึงคนที่ลักษณะดังข้อใด

ก. คนที่สะดวกจะมารับในวันที่ B หายจากอาการป่วย

ข. คนที่เป็นสมาชิกในครอบครัวทุกคน

ค. คนในครอบครัว ที่สะดวกมารับได้ในวันหยุด

ง. คนในครอบครัว ที่สะดวกมารับได้ในวันทำงาน

37. สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการข้อสรุปในเรื่องใด

ก. ระยะเวลาที่ไอโอดีน – 131 จะสลายตัวให้เหลือเพียงร้อยละ 3.125

ข. ค่าคงที่การสลายตัวของไอโอดีน – 131

ค. วันที่ B จะได้ออกจากโรงพยาบาล

ง. ครึ่งชีวิตของ ไอโอดีน – 131 ในหน่วยวินาที

38. สมมติฐานในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่สถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” ต้องการ

ก. ครึ่งชีวิตของ ไอโอดีน – 131 มีระยะเวลาประมาณ $7*10^5$ วินาที

ข. ไอโอดีน – 131 ใช้เวลา 40 วัน ในการสลายตัวให้เหลือเพียงร้อยละ 3.125

ค. ค่าคงที่การสลายตัวของไอโอดีน – 131 มีค่าประมาณ $1*10^6$ หน่วย 1/วินาที

ง. B จะออกจากโรงพยาบาลได้ในวันอาทิตย์

39. จากข้อมูลที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

1. ถ้า $\frac{N}{N_0}$ แทนร้อยละของไอโอดีน – 131 ที่หลงเหลืออยู่, λ แทน ค่าคงที่การสลายตัวของไอโอดีน - 131, t แทน ระยะเวลาที่ไอโอดีนจะสลายตัว จะได้สมการแสดงความสัมพันธ์ว่า $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$

2. ค่าคงที่การสลายตัว สามารถคำนวณได้จากสมการ $\lambda = \frac{0.7}{t_{\frac{1}{2}}}$ เมื่อ แทน ครึ่งชีวิตของไอโอดีน ($7*10^5$ วินาที)
3. การแก้สมการเมื่อตัวแปรเป็นเลขชี้กำลังของ e จะต้องใช้วิธีการใส่ลอการิทึมธรรมชาติทั้งสมการ ดังนั้นจากสมการ $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$ จะได้ว่า $ln[\frac{N}{N_0}] = -\lambda t$
4. $ln(0.03125) = -3.5$

จงระบุสมการที่ในการคำนวณหาระยะเวลาในการสลายตัวของไอโอดีน – 131 หรือ (λ) กับ ระยะเวลาที่ B จะต้องรักษาตัวอยู่ในโรงพยาบาล (t) ให้ถูกต้อง

ก. $t = \frac{\{ln[\frac{N}{N_0}]\}}{-\lambda}$

ข. $t = \frac{-3.5}{-\lambda}$

ค. $t = -\frac{\lambda N}{N_0}$

ง. $t = ln\left[\frac{N t_{\frac{1}{2}}}{0.7 N_0}\right]$

40. จากปฏิทินเดือนสิงหาคม – 2560 ถึง เดือนกันยายน – 2560

สิงหาคม 2560

วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์	วันอาทิตย์
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

กันยายน 2560

วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์	วันอาทิตย์
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

จงอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ “ใครจะได้ไปรับผู้ป่วย” พร้อมทั้งอ้างอิงข้อมูลที่สมเหตุสมผล

ก. หลังจากที่ B เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล 40 วัน B จะได้พบกับ G เนื่องจาก เมื่อนับถัดจากวันที่ 8 สิงหาคม 2560 ไปจนครบ 40 วัน แล้ว พบว่า วันที่ 40 ตรงกับวันเสาร์ ซึ่งเป็นวันที่ G สะดวกจะมารับ

ข. หลังจากที่ B เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล 32 วัน B จะได้พบกับ O เนื่องจาก เมื่อนับถัดจากวันที่ 8 สิงหาคม 2560 ไปจนครบ 32 วัน แล้ว พบว่า วันที่ 32 ตรงกับวันอาทิตย์ ซึ่งเป็นวันที่ O สะดวกจะมารับ

ค. หลังจากที่ B เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล 40 วัน B จะได้พบกับ A เนื่องจาก เมื่อนับถัดจากวันที่ 8 สิงหาคม 2560 ไปจนครบ 40 วัน แล้ว พบว่า วันที่ 40 ตรงกับวันจันทร์ ซึ่งเป็นวันที่ A สะดวกจะมารับ

ง. หลังจากที่ B เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล 40 วัน B จะได้พบกับ O เนื่องจาก เมื่อนับถัดจากวันที่ 8 สิงหาคม 2560 ไปจนครบ 40 วัน แล้ว พบว่า วันที่ 40 ตรงกับวันอาทิตย์ ซึ่งเป็นวันที่ O สะดวกจะมารับ

ภาคผนวก ง

ผลการบันทึกข้อมูล และผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

ผลการบันทึกคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ 6.1 แสดงผลการบันทึกคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตั้งแต่เลขที่ 1 จนถึงเลขที่ 30

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์		คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	14	23	11	22
2	4	14	7	5
3	8	21	9	24
4	6	22	7	25
5	5	19	11	25
6	4	13	6	11
7	4	14	7	8
8	2	10	7	13
9	10	20	7	19
10	18	25	10	26
11	16	23	14	21
12	17	24	11	12
13	15	21	15	22
14	3	19	10	21
15	7	20	7	18
16	3	17	7	13
17	10	21	8	18
18	13	23	8	19
19	8	20	7	22
20	6	20	7	22
21	3	10	6	7
22	2	19	6	24
23	9	18	5	13
24	9	16	14	19

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์		คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
25	2	17	7	17
26	8	20	12	25
27	9	22	9	24
28	9	21	15	18
29	8	20	7	18
30	14	24	7	21

ผลการบันทึกระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.2 แสดงผลการบันทึกระดับคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตั้งแต่เลขที่ 1 จนถึงเลขที่ 30

เลขที่	ผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน			ผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน		
	คะแนน	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ
1	14	47	3 (ปานกลาง)	23	77	4 (สูง)
2	4	13	1 (ต่ำมาก)	14	47	3 (ปานกลาง)
3	8	27	2 (ต่ำ)	21	70	4 (สูง)
4	6	20	1 (ต่ำมาก)	22	73	4 (สูง)
5	5	17	1 (ต่ำมาก)	19	63	4 (สูง)
6	4	13	1 (ต่ำมาก)	13	43	3 (ปานกลาง)
7	4	13	1 (ต่ำมาก)	14	47	3 (ปานกลาง)
8	2	7	1 (ต่ำมาก)	10	33	2 (ต่ำ)
9	10	33	2 (ต่ำ)	20	67	4 (สูง)
10	18	60	3 (ปานกลาง)	25	83	5 (สูงมาก)
11	16	53	3 (ปานกลาง)	23	77	4 (สูง)
12	17	57	3 (ปานกลาง)	24	80	4 (สูง)
13	15	50	3 (ปานกลาง)	21	70	4 (สูง)
14	3	10	1 (ต่ำมาก)	19	63	4 (สูง)
15	7	23	2 (ต่ำ)	20	67	4 (สูง)
16	3	10	1 (ต่ำมาก)	17	57	3 (ปานกลาง)
17	10	33	2 (ต่ำ)	21	70	4 (สูง)
18	13	43	3 (ปานกลาง)	23	77	4 (สูง)
19	8	27	2 (ต่ำ)	20	67	4 (สูง)
20	6	20	1 (ต่ำมาก)	20	67	4 (สูง)
21	3	10	1 (ต่ำมาก)	10	33	2 (ต่ำ)
22	2	7	1 (ต่ำมาก)	19	63	4 (สูง)
23	9	30	2 (ต่ำ)	18	60	3 (ปานกลาง)
24	9	30	2 (ต่ำ)	16	53	3 (ปานกลาง)
25	2	7	1 (ต่ำมาก)	17	57	3 (ปานกลาง)
26	8	27	2 (ต่ำ)	20	67	4 (สูง)

เลขที่	ผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน			ผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน		
	คะแนน	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ
27	9	30	2 (ต่ำ)	22	73	4 (สูง)
28	9	30	2 (ต่ำ)	21	70	4 (สูง)
29	8	27	2 (ต่ำ)	20	67	4 (สูง)
30	14	47	3 (ปานกลาง)	24	80	4 (สูง)
	ค่าเฉลี่ย		1.83	ค่าเฉลี่ย		3.67
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.79	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.66

ผลการบันทึกระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ 6.3 แสดงผลการบันทึกระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตั้งแต่เลขที่ 1 จนถึงเลขที่ 30

เลขที่	ผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน			ผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน		
	คะแนน	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ
1	11	37	2 (ต่ำ)	22	73	4 (สูง)
2	7	23	2 (ต่ำ)	5	17	1 (ต่ำมาก)
3	9	30	2 (ต่ำ)	24	80	4 (สูง)
4	7	23	2 (ต่ำ)	25	83	5 (สูงมาก)
5	11	37	2 (ต่ำ)	25	83	5 (สูงมาก)
6	6	20	1 (ต่ำมาก)	11	37	2 (ต่ำ)
7	7	23	2 (ต่ำ)	8	27	2 (ต่ำ)
8	7	23	2 (ต่ำ)	13	43	3 (ปานกลาง)
9	7	23	2 (ต่ำ)	19	63	4 (สูง)
10	10	33	2 (ต่ำ)	26	87	4 (สูง)
11	14	47	3 (ปานกลาง)	21	70	4 (สูง)
12	11	37	2 (ต่ำ)	12	40	2 (ต่ำ)
13	15	50	3 (ปานกลาง)	22	73	4 (สูง)
14	10	33	2 (ต่ำ)	21	70	4 (สูง)
15	7	23	2 (ต่ำ)	18	60	3 (ปานกลาง)
16	7	23	2 (ต่ำ)	13	43	3 (ปานกลาง)
17	8	27	2 (ต่ำ)	18	60	3 (ปานกลาง)
18	8	27	2 (ต่ำ)	19	63	4 (สูง)
19	7	23	2 (ต่ำ)	22	73	4 (สูง)
20	7	23	2 (ต่ำ)	22	73	4 (สูง)
21	6	20	1 (ต่ำมาก)	7	23	2 (ต่ำ)
22	6	20	1 (ต่ำมาก)	24	80	4 (สูง)
23	5	17	1 (ต่ำมาก)	13	43	3 (ปานกลาง)
24	14	47	3 (ปานกลาง)	19	63	4 (สูง)
25	7	23	2 (ต่ำ)	17	57	3 (ปานกลาง)
26	12	40	2 (ต่ำ)	25	83	5 (สูงมาก)

เลขที่	ผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน			ผลการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน		
	คะแนน	**ร้อยละ**	**ระดับคุณภาพ**	**คะแนน**	**ร้อยละ**	**ระดับคุณภาพ**
27	9	30	2 (ต่ำ)	24	80	4 (สูง)
28	15	50	3 (ปานกลาง)	18	60	3 (ปานกลาง)
29	7	23	2 (ต่ำ)	18	60	3 (ปานกลาง)
30	7	23	2 (ต่ำ)	21	70	4 (สูง)
	ค่าเฉลี่ย		2.00	ค่าเฉลี่ย		3.50
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.53	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		1.01

ผลการบันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
ซึ่งบ่งชี้ถึงขนาดความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ 6.4 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

เลขที่	X	$\bar{X}$	x	Y	$\bar{Y}$	y	xy
1	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
2	3	3.67	-0.67	1	3.5	-2.5	1.675
3	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
4	4	3.67	0.33	5	3.5	1.5	0.495
5	4	3.67	0.33	5	3.5	1.5	0.495
6	3	3.67	-0.67	2	3.5	-1.5	1.005
7	3	3.67	-0.67	2	3.5	-1.5	1.005
8	2	3.67	-1.67	3	3.5	-0.5	0.835
9	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
10	5	3.67	1.33	5	3.5	1.5	1.995
11	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
12	4	3.67	0.33	2	3.5	-1.5	-0.495
13	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
14	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
15	4	3.67	0.33	3	3.5	-0.5	-0.165
16	3	3.67	-0.67	3	3.5	-0.5	0.335
17	4	3.67	0.33	3	3.5	-0.5	-0.165
18	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
19	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
20	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
21	2	3.67	-1.67	2	3.5	-1.5	2.505
22	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
23	3	3.67	-0.67	3	3.5	-0.5	0.335
24	3	3.67	-0.67	4	3.5	0.5	-0.335
25	3	3.67	-0.67	3	3.5	-0.5	0.335
26	4	3.67	0.33	5	3.5	1.5	0.495
27	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165

เลขที่	X	$\bar{X}$	x	Y	$\bar{Y}$	y	xy
28	4	3.67	0.33	3	3.5	-0.5	-0.165
29	4	3.67	0.33	3	3.5	-0.5	-0.165
30	4	3.67	0.33	4	3.5	0.5	0.165
SD_X	0.66		SD_Y	1.01		$\sum xy$	12
						SD_X	0.66
						SD_Y	1.01
						r	**0.62**

เมื่อ X แทน ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

Y แทน ระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

$\bar{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน

SD_X แทน ส่วนเบี่ยงเบนของระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

SD_Y แทน ส่วนเบี่ยงเบนของระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน

r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$x = X - \bar{X}$

$y = Y - \bar{Y}$

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง $n = 30$

ข้อมูลจากตาราง $\sum xy = 12$

ข้อมูลจากตาราง $SD_X = 0.66$

ข้อมูลจากตาราง $SD_Y = 1.01$

จากสมการ $$r = \frac{COV(X,Y)}{(SD_X)(SD_Y)} = \frac{\frac{\sum[xy]}{n-1}}{(SD_X)(SD_Y)}$$

จะได้ $$r = \frac{\frac{12}{30-1}}{(0.66)(1.01)} = \frac{12}{29(0.66)(1.01)} = 0.62$$

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.5 รายงานผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากการให้คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum_{i=1}^{3} R_i$	IOC
	คนที่ 1 (R_1)	คนที่ 2 (R_2)	คนที่ 3 (R_3)		
1	+1	+1	+1	+3	1.00
2	+1	+1	+1	+3	1.00
3	+1	+1	+1	+3	1.00
4	+1	+1	+1	+3	1.00
5	+1	+1	+1	+3	1.00
6	+1	+1	+1	+3	1.00
7	+1	+1	+1	+3	1.00
8	+1	+1	+1	+3	1.00
9	+1	+1	+1	+3	1.00
10	+1	+1	+1	+3	1.00
11	+1	+1	+1	+3	1.00
12	+1	+1	+1	+3	1.00
13	+1	+1	+1	+3	1.00
14	+1	+1	+1	+3	1.00
15	+1	+1	+1	+3	1.00
16	+1	+1	+1	+3	1.00
17	+1	+1	+1	+3	1.00
18	+1	+1	+1	+3	1.00
19	+1	+1	+1	+3	1.00
20	+1	+1	+1	+3	1.00
21	+1	+1	+1	+3	1.00
22	+1	+1	+1	+3	1.00
23	+1	+1	+1	+3	1.00
24	+1	+1	+1	+3	1.00
25	+1	+1	+1	+3	1.00
26	+1	+1	+1	+3	1.00
27	+1	+1	+1	+3	1.00

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum_{i=1}^{3} R_i$	IOC
	คนที่ 1 (R_1)	คนที่ 2 (R_2)	คนที่ 3 (R_3)		
28	+1	+1	+1	+3	1.00
29	+1	+1	+1	+3	1.00
30	+1	+1	+1	+3	1.00
31	+1	+1	+1	+3	1.00
32	+1	+1	+1	+3	1.00
33	+1	+1	+1	+3	1.00
34	+1	+1	+1	+3	1.00
35	+1	+1	+1	+3	1.00
36	+1	+1	+1	+3	1.00
37	+1	+1	+1	+3	1.00
38	+1	+1	+1	+3	1.00
39	+1	+1	+1	+3	1.00
40	+1	+1	+1	+3	1.00

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ 6.6 รายงานผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการให้คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum_{i=1}^{3} R_i$	IOC
	คนที่ 1 (R_1)	คนที่ 2 (R_2)	คนที่ 3 (R_3)		
1	+1	+1	+1	+3	1.00
2	+1	+1	+1	+3	1.00
3	+1	+1	+1	+3	1.00
4	+1	+1	+1	+3	1.00
5	+1	+1	+1	+3	1.00
6	+1	+1	+1	+3	1.00
7	+1	+1	+1	+3	1.00
8	+1	+1	+1	+3	1.00
9	+1	+1	+1	+3	1.00
10	+1	+1	+1	+3	1.00
11	+1	+1	+1	+3	1.00
12	+1	+1	+1	+3	1.00
13	+1	+1	+1	+3	1.00
14	+1	+1	+1	+3	1.00
15	+1	+1	+1	+3	1.00
16	+1	+1	+1	+3	1.00
17	+1	+1	+1	+3	1.00
18	+1	+1	+1	+3	1.00
19	+1	+1	+1	+3	1.00
20	+1	+1	+1	+3	1.00
21	+1	+1	+1	+3	1.00
22	+1	+1	+1	+3	1.00
23	+1	+1	+1	+3	1.00
24	+1	+1	+1	+3	1.00
25	+1	+1	+1	+3	1.00
26	+1	+1	+1	+3	1.00
27	+1	+1	+1	+3	1.00

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum_{i=1}^{3} R_i$	IOC
	คนที่ 1 (R_1)	คนที่ 2 (R_2)	คนที่ 3 (R_3)		
28	+1	+1	+1	+3	1.00
29	+1	+1	+1	+3	1.00
30	+1	+1	+1	+3	1.00
31	+1	+1	+1	+3	1.00
32	+1	+1	+1	+3	1.00
33	+1	+1	+1	+3	1.00
34	+1	+1	+1	+3	1.00
35	+1	+1	+1	+3	1.00
36	+1	+1	+1	+3	1.00
37	+1	+1	+1	+3	1.00
38	+1	+1	+1	+3	1.00
39	+1	+1	+1	+3	1.00
40	+1	+1	+1	+3	1.00

ผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.7 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ

ข้อที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
1	0.80	0.40
2**	0.27	0.13
3	0.67	0.53
4***	0.03	-0.07
5	0.70	0.47
6***	0.10	0.07
7	0.70	0.47
8***	0.10	-0.20
9	0.50	0.20
10**	0.50	0.07
11	0.50	0.20
12	0.43	0.33
13	0.80	0.40
14	0.70	0.47
15**	0.33	0.13
16	0.77	0.47
17	0.73	0.40
18**	0.33	0.13
19	0.43	0.33
20	0.27	0.27
21	0.63	0.73
22	0.27	0.27
23	0.60	0.80

ข้อที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
24	0.67	0.67
25	0.60	0.80
26	0.57	0.87
27	0.70	0.60
28	0.57	0.87
29	0.60	0.80
30	0.37	0.20
31	0.60	0.80
32***	0.10	-0.20
33	0.37	0.33
34	0.73	0.53
35	0.70	0.60
36	0.77	0.47
37***	0.17	-0.33
38	0.63	0.73
39	0.37	0.20
40**	0.43	0.07

หมายเหตุ * ข้อสอบไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจาก มีความยากต่ำกว่า 0.2 หรือสูงกว่า 0.8

** ข้อสอบไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจาก มีอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2

*** ข้อสอบไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจาก มีความยากต่ำกว่า 0.2 หรือสูงกว่า 0.8 และมีอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2

ผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ 6.8 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรายข้อ

ข้อที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
1	0.46	0.21
2	0.57	0.29
3***	0.18	0.07
4	0.32	0.21
5	0.21	0.29
6	0.32	0.21
7	0.29	0.43
8	0.29	0.29
9	0.29	0.29
10	0.32	0.50
11	0.43	0.29
12	0.21	0.29
13**	0.32	0.07
14	0.43	0.29
15	0.46	0.36
16***	0.14	0.14
17	0.46	0.50
18	0.64	0.29
19***	0.18	-0.21
20	0.25	0.36
21	0.39	0.36
22	0.43	0.57
23	0.25	0.50

ข้อที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
24	0.39	0.21
25	0.46	0.50
26***	0.14	-0.14
27	0.21	0.29
28	0.46	0.79
29**	0.32	-0.07
30	0.25	0.21
31***	0.14	0.00
32	0.25	0.36
33***	0.14	0.14
34	0.29	0.29
35	0.32	0.21
36	0.43	0.29
37	0.29	0.29
38***	0.11	0.07
39	0.39	0.21
40***	0.07	0.00

หมายเหตุ * ข้อสอบไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจาก มีความยากต่ำกว่า 0.2 หรือสูงกว่า 0.8

** ข้อสอบไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจาก มีอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2

*** ข้อสอบไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจาก มีความยากต่ำกว่า 0.2 หรือสูงกว่า 0.8 และมีอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.9 แสดงผลการบันทึกอัตราส่วนของผู้ที่ตอบข้อคำถามถูกและอัตราส่วนของผู้ที่ตอบข้อคำถามผิดในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ

ข้อที่	อัตราส่วนผู้ที่ตอบถูก (p)	อัตราส่วนผู้ที่ตอบผิด (q)	pq
1	0.63	0.37	0.23
2	0.53	0.47	0.25
3	0.60	0.40	0.24
4	0.70	0.30	0.21
5	0.53	0.47	0.25
6	0.67	0.33	0.22
7	0.70	0.30	0.21
8	0.63	0.37	0.23
9	0.67	0.33	0.22
10	0.57	0.43	0.25
11	0.60	0.40	0.24
12	0.67	0.33	0.22
13	0.67	0.33	0.22
14	0.43	0.57	0.25
15	0.60	0.40	0.24
16	0.57	0.43	0.25
17	0.57	0.43	0.25
18	0.70	0.30	0.21
19	0.70	0.30	0.21
20	0.57	0.43	0.25
21	0.83	0.17	0.14
22	0.57	0.43	0.25
23	0.63	0.37	0.23
24	0.57	0.43	0.25
25	0.73	0.27	0.20

ข้อที่	อัตราส่วนผู้ที่ตอบถูก (p)	อัตราส่วนผู้ที่ตอบผิด (q)	pq
26	0.73	0.27	0.20
27	0.76	0.24	0.18
28	0.63	0.37	0.23
29	0.77	0.23	0.18
30	0.67	0.33	0.22
		$\sum pq$	6.73

จำนวนข้อคำถาม $k = 30$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบ $S = 3.89$

สมการคำนวณหาความเชื่อมั่น $r_{tt} = \frac{k}{k-1}[1 - \frac{\sum pq}{S^2}]$

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ $r_{tt} = \frac{30}{30-1}[1 - \frac{6.73}{3.89^2}]$

$r_{tt} = \frac{30}{29}[1 - 0.45]$

$r_{tt} = \frac{30}{29}(0.56)$

$r_{tt} = 0.58$

ดังนั้น แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อมั่น 0.58

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตารางที่ 6.10 แสดงผลการบันทึกอัตราส่วนของผู้ที่ตอบข้อคำถามถูกและอัตราส่วนของผู้ที่ตอบข้อคำถามผิดในแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งฉบับ

ข้อที่	อัตราส่วนผู้ที่ตอบถูก (p)	อัตราส่วนผู้ที่ตอบผิด (q)	pq
1	0.77	0.23	0.18
2	0.50	0.50	0.25
3	0.47	0.53	0.25
4	0.70	0.30	0.21
5	0.53	0.47	0.25
6	0.63	0.37	0.23
7	0.57	0.43	0.25
8	0.77	0.23	0.18
9	0.60	0.40	0.24
10	0.63	0.37	0.23
11	0.60	0.40	0.24
12	0.73	0.27	0.20
13	0.67	0.33	0.22
14	0.50	0.50	0.25
15	0.67	0.33	0.22
16	0.53	0.47	0.25
17	0.63	0.37	0.23
18	0.60	0.40	0.24
19	0.67	0.33	0.22
20	0.73	0.27	0.20
21	0.73	0.27	0.20
22	0.47	0.53	0.25
23	0.57	0.43	0.25
24	0.57	0.43	0.25
25	0.53	0.47	0.25

ข้อที่	อัตราส่วนผู้ที่ตอบถูก (p)	อัตราส่วนผู้ที่ตอบผิด (q)	pq
26	0.50	0.50	0.25
27	0.60	0.40	0.24
28	0.57	0.43	0.25
29	0.63	0.37	0.23
30	0.73	0.27	0.20
		$\sum pq$	6.91

จำนวนข้อคำถาม $k = 30$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบ $S = 5.75$

สมการคำนวณหาความเชื่อมั่น $r_{tt} = \frac{k}{k-1}[1 - \frac{\sum pq}{S^2}]$

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ $r_{tt} = \frac{30}{30-1}[1 - \frac{6.91}{5.75^2}]$

$r_{tt} = \frac{30}{29}[1 - 0.21]$

$r_{tt} = \frac{30}{29}(0.79)$

$r_{tt} = 0.82$

ดังนั้น แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ 0.82

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขอทดลองใช้เครื่องมือ

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๑๖

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๑ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูคณิศร ท้าวนอก

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยว่าที่ ร.ต.ณัฏฐ์ เนาว์ช้าง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๔-๔๓๑๑๔๘๘

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๑๖

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๑ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูสมสมร อภิญญาพงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยว่าที่ ร.ต.ณัฏฐ์ เนาว์ช้าง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๔-๔๓๑๑๔๘๘

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๑๖

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๑ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูวันชัย คชเรนทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยว่าที่ ร.ต.ณัฏฐ์ เนาว์ช้าง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๔-๔๓๑๑๔๘๘

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๑๗

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๑ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ

เรียน คุณครูวิษธร อันทราสี

ด้วยว่าที่ ร.ต.ณัฏฐ์ เนาว์ช้าง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา

ในการนี้ นักศึกษาจำเป็นจะต้องทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย โดยการให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๑ ซึ่งมีจำนวน ๓๕ คน ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาได้สร้างขึ้น คนละ ๑ ฉบับ ในช่วงเวลา ๑๔:๒๐ น. ถึงเวลา ๑๖:๐๐ น. ทั้งนี้ จะมิให้เป็นการรบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียน และผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือ ตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐๘๔-๔๓๑๑๔๘๘

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๑๗

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๑ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ

เรียน คุณครูวิษธร อันทราสี

ด้วยว่าที่ ร.ต.ณัฏฐ์ เนาว์ช้าง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา

ในการนี้ นักศึกษาจำเป็นจะต้องทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย โดยการให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๑ ซึ่งมีจำนวน ๓๕ คน ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่นักศึกษาได้สร้างขึ้น คนละ ๑ ฉบับ ในช่วงเวลา ๐๘:๓๐ น. ถึงเวลา ๑๐:๑๐ น. ทั้งนี้ จะมิให้เป็นการรบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียน และผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือ ตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐๘๔-๔๓๑๑๔๘๘

ภาคผนวก ฉ

ตารางค่าวิกฤติของผลการทดสอบทีแบบอิสระ

ค่าวิกฤติของการทดสอบที ทั้งแบบหางเดียวและแบบสองหาง

(Amulya: 2017)

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
one-tail	**0.50**	**0.25**	**0.20**	**0.15**	**0.10**	**0.05**	**0.025**	**0.01**	**0.005**	**0.001**	**0.0005**
two-tails	**1.00**	**0.50**	**0.40**	**0.30**	**0.20**	**0.10**	**0.05**	**0.02**	**0.01**	**0.002**	**0.001**
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	Confidence Level										

ภาพที่ 6.1 แสดงค่าวิกฤติของการทดสอบทีแบบอิสระ ทั้งแบบหางเดียวและสองหาง

ภาคผนวก ช

ตารางค่าวิกฤติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

ค่าวิกฤติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

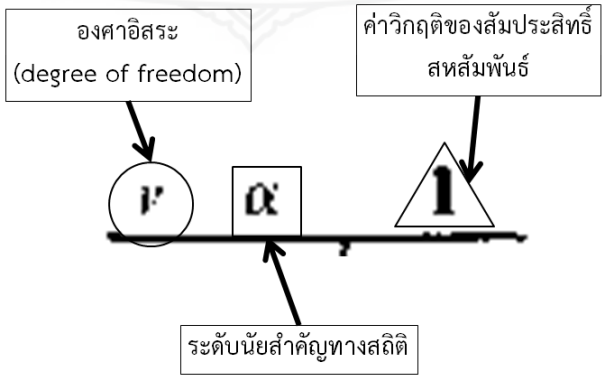
(Rohlf & Sokal: 1995)

TABLE R Critical values for correlation coefficients

ν	α	1	ν	α	1	ν	α	1	ν	α	1
1	.05	.997	13	.05	.514	24	.05	.388	70	.05	.232
	.01	1.000		.01	.641		.01	.496		.01	.302
2	.05	.950	14	.05	.497	25	.05	.381	80	.05	.217
	.01	.990		.01	.623		.01	.487		.01	.283
3	.05	.878	15	.05	.482	26	.05	.374	90	.05	.205
	.01	.959		.01	.606		.01	.478		.01	.267
4	.05	.811	16	.05	.468	27	.05	.367	100	.05	.195
	.01	.917		.01	.590		.01	.470		.01	.254
5	.05	.754	17	.05	.456	28	.05	.361	125	.05	.174
	.01	.874		.01	.575		.01	.463		.01	.228
6	.05	.707	18	.05	.444	29	.05	.355	150	.05	.159
	.01	.834		.01	.561		.01	.456		.01	.208
7	.05	.666	19	.05	.433	30	.05	.349	200	.05	.138
	.01	.798		.01	.549		.01	.449		.01	.181
8	.05	.632	20	.05	.423	35	.05	.325	300	.05	.113
	.01	.765		.01	.537		.01	.418		.01	.148
9	.05	.602	21	.05	.413	40	.05	.304	400	.05	.098
	.01	.735		.01	.526		.01	.393		.01	.128
10	.05	.576	22	.05	.404	45	.05	.288	500	.05	.088
	.01	.708		.01	.515		.01	.372		.01	.115
11	.05	.553	23	.05	.396	50	.05	.273	1,000	.05	.062
	.01	.684		.01	.505		.01	.354		.01	.081
12	.05	.532				60	.05	.250			
	.01	.661					.01	.325			

ภาพที่ 6.2 แสดงค่าวิกฤติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

หมายเหตุ



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ว่าที่ ร.ต.ณัฏฐ์ เนาว์ช้าง
วัน เดือน ปีเกิด	20 กันยายน 2535
สถานที่เกิด	อ.คง จ.นครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2558
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเมืองคง อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ (ลูกจ้างชั่วคราว ที่ทำหน้าที่ในการสอน)