วิทยานิพนธ์ งานวิจัย
สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

LB1028 .ก55ก

การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นางสาวณัชชา อยู่นาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องแสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย : นางสาวณัชชา อยู่นาน

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา

ว่าที่ร้อยโท_____ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐชัย จันทชุม) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล วรคำ)

คณบดีคณะครุศาสตร์ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก)

_____ กรรมการ _____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)

_____ กรรมการ _____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล วรคำ) (อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแถลง)

ชื่อเรื่อง	:	การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	:	นางสาวณัชชา อยู่นาน
ปริญญา	:	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแถลง
ปีการศึกษา	:	2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ1) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) ศึกษาการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) ศึกษาความคงทนของผลการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผน 18 ชั่วโมง 2) แบบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่อง แสงเชิงรังสี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบกำหนดสถานการณ์ ชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22 - 0.91 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.83 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีความยากอยู่ระหว่าง 0.54 - 0.76 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.88 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98

ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กิจกรรมมี 5 ขั้นตอนตามการเรียนรู้แบบค้นพบ โดยได้นำโปรแกรมจำลองสถานการณ์มาใช้ในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งได้แก่ สถานการณ์จำลองเรื่องการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง เลนส์ ปรากฏการณ์ของแสง และเรื่องสี โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ ได้แก่ PhET, OPhysics รวมถึงสตรีมมิ่งวีดีโอบนเว็บไซต์ Youtube มาใช้แทนการทำการทดลองจริง แผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57-5.00) ทำให้นักเรียนร่วมกันคิดภายในกลุ่ม และมีความเข้าใจในบทเรียนได้ดี 2) การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการใช้แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 แผนจัดการเรียนรู้แผนที่ 6 และแผนจัดการเรียนรู้แผนที่ 9 เพิ่มขึ้นทุกด้านโดยด้านความสัมพันธ์เพิ่มสูงที่สุด ร้อยละ 29.75 รองลงมาคือด้านความสำคัญ ร้อยละ 29.41 และด้านหลักการ ร้อยละ 21.45 3) ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเสร็จหลังเรียน 2 สัปดาห์ และหลังเรียน 1 เดือนไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้เรื่องแสงเชิงรังสี

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ การคิดวิเคราะห์ ความคงทนในการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : The Learning Management Using Discovery Learning with Computer Simulation to Enhance Analytical Thinking and Learning Retention on Ray Optics of Grade 11 Students

Author : Miss Natcha Yoonan

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr. Paisarn Worakham
Dr. Nukool Kudthalang

Year : 2019

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to study the learning management using discovery learning with computer simulation on Ray Optics for grade 11 students, 2) to study the analytical thinking on Ray Optics of grade 11 students and 3) to study the learning retention on Ray Optics of grade 11 students. The study group was 29 grade 11 students from class 5/6 at Borabue Wittayakhan School, Maha Sarakham Province under the Office of Secondary Educational Service Area 26, in the first semester of the academic year 2019. The research instruments were 1) the 9 learning management plans using discovery learning with the computer simulated on Ray Optics for grade 11 students within 18 hours. 2) The 5 multiple choices situation analytical thinking test on Ray Optics for grade 11 students, totally 45 items, with the power of discrimination in the range of 0.22 - 0.91, and the reliability of 0.83. 3) The 5 multiple choices learning achievement test on Ray Optics for grade 11 students, totally 30 items with the difficulties in the range of 0.54 - 0.76, the power of discrimination in the range of 0.40 - 0.88 and the reliability of 0.98.

The results of the research showed that 1) there were 5 steps of learning management using discovery learning with the computer simulation on Ray Optics for grade 11 students. The computer simulations were applied in the step 3 imitated the light reflections, refraction, lens, light phenomena, and color through PhET, OPhysics, and streaming videos on the Youtube website instead of doing the real experiments. The learning management plans were indicated as most appropriate ($\bar{x}$ = 4.57-5.00), could provide students thinking in group and understanding of

the lessons. 2) the students' analytical thinking in all aspects after the 3rd management plan, 6th management plan, and 9th management plan, were increased dramatically: the relationship increased the highest as 29.75%, following by the importance as 29.41%, and the principles as 21.45%. And 3) the students' learning achievement after completion of the study immediately, 2 weeks, and 1 month were not different, showed that the learning management using discovery learning with the computer simulations could maintain students learning retention on Ray Optics.

Keywords : Discovery Learning management, Computer Simulation, Analytical Thinking, Learning Retention

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

_____Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล วรคำ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแถลง ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อายานอก ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการสอบ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาทางด้านวิชาการ ดูแลด้วยความเมตตา และห่วงใยสม่ำเสมอ จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล เอกะกุล และคุณครูพัฒนวงศ์ ดอกไม้ ที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัยและได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน คณะครูทุกท่าน และขอบใจนักเรียนทุกคน ในโรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณครอบครัวอยู่นาน และญาติพี่น้อง ขอบคุณเพื่อนทุกคนที่เป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่บิดามารดา บูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน สิ่งใดอันจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ส่วนรวมและเปิดโอกาสต่อผู้ต้องการศึกษาค้นคว้าเป็นความรู้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นวิทยาทานแก่ทุกท่าน

นางสาวณัชชา อยู่นาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ค

ABSTRACT ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4

1.3 สมมติฐานการวิจัย 4

1.4 ขอบเขตการวิจัย 5

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 6

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 9

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) 9

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ 18

2.3 การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ 29

2.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์ 37

2.5 ความคงทนในการเรียนรู้ 51

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 59

2.7 กรอบแนวคิดของงานวิจัย 63

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 64

3.1 กลุ่มที่ศึกษา 64

3.2 เครื่องมือวิจัย 64

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย 65

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 75

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวเรื่อง **หน้า**

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 77
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 77
บทที่ 4 ผลการวิจัย 82
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 82
4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 82
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 83
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 92
5.1 สรุปผลการวิจัย 93
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 93
5.3 ข้อเสนอแนะ 98
บรรณานุกรม 99
ภาคผนวก 106
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย 107
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย 121
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 144
ภาคผนวก ง คะแนนทดสอบหลังเรียน 168
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ
(Repeated Measures ANOVA) 173
ภาคผนวก ฉ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 177
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 181
ประวัติผู้วิจัย 182

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิชาฟิสิกส์ 15
3.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และเวลา..... 65
3.2 โครงสร้างแผนร่วมกับโปรแกรมจำลองสถานการณ์ 68
3.3 กรอบการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี 71
3.4 การวิเคราะห์โครงสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี..... 73
3.5 รูปแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง แบบแผนกลุ่มเดียวทดลองหลังการทดลอง 76
4.1 กิจกรรมและโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่องแสงเชิงรังสี 83
4.2 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ของการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 88
4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ 90
4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี 91
ค.1 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ 145
ค.2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ 151
ค.3 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี 154
ค.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี 157
ค.5 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการคิดวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ 159
ค.6 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี 162
ค.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่อง แสงเชิงรังสี 165
ง.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี 169

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ **หน้า**

ง.2 คะแนนการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลอง เรื่อง แสงเชิงรังสี 171

จ.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) 174

จ.2 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นด้วย Mauchly's Test of Sphericity 174

จ.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Tests of Within-Subjects Effects) 175

จ.4 ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของค่าเฉลี่ย 175

จ.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ (Pairwise Comparisons) 176

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการพื้นฐานของความจำ	53
2.2	กระบวนการทำงานของสมองตามทฤษฎีกระบวนการประมวลข้อมูล	55
2.3	กรอบแนวคิดของงานวิจัย การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์	63
4.1	ค่าร้อยละของคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี	89

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สังคมในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของเศรษฐกิจ สังคม รวมไปถึงการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องของเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าเทคโนโลยีต่าง ๆ มีการพัฒนาและก้าวเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก สิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อการเรียนรู้ของเราอย่างเห็นได้ชัด เช่น การติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Network) ที่รวดเร็วและส่งผลต่อการเกิดกระแสต่าง ๆ มากมาย รวมถึงการเรียนรู้ที่เท่าทันกันไม่ว่าจะอยู่ซีกโลกไหน (ธรชญา พันธุนาวนิช, 2559, น. 1) ผลของการพัฒนาและใช้เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันที่เพิ่มมากขึ้นทำให้สถาบันหรือองค์กรที่เกี่ยวของกับการจัดการศึกษาต้องเร่งปรับบทบาทในการพัฒนาการศึกษาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการและเทคโนโลยีสมัยใหม่ การจัดการศึกษาที่มีความร่วมสมัยและเหมาะสมตามสภาพการณ์จริงของความก้าวหน้าของสังคมโลกสำหรับนักเรียนในปัจจุบัน จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการนำไปสู่การพัฒนาให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ทั้งนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ระบุจุดมุ่งหมายของการเรียนวิชาฟิสิกส์ไว้ว่า ในจัดการเรียนรู้ครูควรยึดหลักว่านักเรียนสำคัญที่สุดและจัดการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมนักเรียนให้ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มความสามารถด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย มิใช่จัดการเรียนการสอนโดยครูมีบทบาทเป็นผู้ถ่ายทอดเพียงอย่างเดียวและสอนโดยให้นักเรียนจดจำเนื้อหาเพื่อทำข้อสอบเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม การจัดการศึกษาของประเทศไทยยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนในระดับชาติ ที่จัดโดยการทดสอบคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ที่ตั้งไว้ในทุกวิชา ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่พบว่ามีผลคะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 28.28 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ที่มีคะแนนเฉลี่ย 30.51 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน รวมถึงผลการประเมินคุณภาพภายนอกจากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษารอบ 3 ปี พ.ศ. 2558 ของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร พบว่านักเรียนบางส่วนยังไม่สนใจรักการอ่าน ขาดความสนใจใฝ่รู้ และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขาดทักษะในด้านการคิด และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่ำกว่าระดับดี (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2558, น. 4) ดังนั้นโรงเรียนบรบือวิทยาคาร ซึ่งเป็นสถานศึกษาที่เล็งเห็นความสำคัญของการจัดการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญทั้งด้านความรู้และคุณธรรม จึงจำเป็นต้องเร่งพัฒนานักเรียนให้เป็นไปตามเป้าประสงค์ที่โรงเรียนกำหนด จึงได้วางนโยบายเพื่อยกระดับผลการเรียนและผลการทดสอบคุณภาพการศึกษาระดับชาติให้สูงขึ้นกว่าเดิม (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561, น. 7) โดยเน้นว่านักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีทักษะการคิดอย่างเป็นกระบวนการให้ถูกต้องและมากขึ้น ให้นักเรียนฝึกลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน จดบันทึกผล นำผลมาเปรียบเทียบ และร่วมกันสรุปเป็นความคิดรวบยอดและควรจัดให้มีการรายงานด้วยวาจา เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในด้านการสื่อภาษา เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ อีกทั้งยังได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน จัดกิจกรรมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้มาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และใช้แหล่งเรียนรู้ในสถานศึกษาให้คุ้มค่าที่สุด (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2558, น. 5)

ด้วยความสำคัญของการคิดดังกล่าวข้างต้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงต้องเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินในโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กรมวิชาการ, 2548, น. 6) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดวิเคราะห์ ที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อมนุษย์ในการดำรงชีวิตประจำวัน กระแสโลกาภิวัฒน์ที่ทำให้คนไทยได้รับข้อมูลข่าวสารอย่างมากมายและรวดเร็ว ทั้งที่มีคุณค่าและไม่มีคุณค่า ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนต้องมีความรู้ความสามารถมีพื้นฐานเพียงพอต่อการดำรงชีวิตที่ดี มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เลือกใช้ข้อมูลข่าวสาร ตัดสินใจให้ถูกต้องในการแก้ปัญหาและก้าวทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคือคุณภาพของคน ดังนั้นการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนให้มีคุณภาพจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งต้องเป็นการศึกษาที่มีคุณภาพ และสามารถพัฒนาให้นักเรียนเป็นคนรู้จักคิดวิเคราะห์ รู้จักแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ, 2550,น. 4)

จากการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจสงสัย อยากรู้อยากเห็น จะทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาได้เอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมที่หลากหลาย จะทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน สนุกสนานและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม (วิสาคร เศษรักษา, 2551, น. 2) ทั้งนี้การที่จะพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้ในบทเรียนได้ ครูต้องให้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำปรึกษา ชี้แนะ ให้กำลังใจ มีคำถามเพื่อกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนคิด อยากรู้อยากเห็น จากการถามคำถาม พยายามค้นหาคำตอบหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ร่วมกับหาความรู้อย่างมีอิสระ (อุบล อรรคแสง, 2553, น. 3) ใช้การตั้งคำถามของครูเป็นเครื่องมือสำคัญให้นักเรียนสนใจเอาใจใส่ กระตือรือร้นที่จะเรียน และการเปิดกว้างรับฟังความคิดเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างเต็มที่ (นริศรา จันทะนาม, 2553, น. 1) ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยค้นพบด้วยตัวเอง การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) ที่เป็นรูปแบบการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ครูจะเข้ามาพร้อมกับบทเรียนและกิจกรรมที่ได้วางแผนมาแล้ว โดยครูจะเป็นแหล่งทรัพยากรในการเรียนรู้และจะเป็นผู้พิจารณาว่าเนื้อหาสาระใดสำคัญที่สุดที่นักเรียนต้องเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, น. 31-32) ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนรู้แบบค้นพบส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักทางสิ่งแวดล้อมหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาสูงขึ้น (ธนายุต จันทราเขต, 2549, น. 3) นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ (อังคณา ชาติพันธ์จันทร์, 2552, น. 89) และช่วยให้การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาสูงขึ้น (สมศักดิ์ จั่นผ่อง, 2552, น. 94)

นอกจากนี้แล้วในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 ระบุว่ากระทรวงศึกษาธิการต้องส่งเสริมสนับสนุนให้มีการผลิตและพัฒนาสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาทุกประเภท ทุกสาระการเรียนรู้และทุกช่วงชั้น โดยเปิดโอกาสให้มีการแข่งขันอย่างเสรีและเป็นธรรมส่งเสริมสนับสนุนให้สถานศึกษามีและใช้สื่อ เทคโนโลยี เพื่อการศึกษาที่มีคุณภาพ ในกระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบันนักการศึกษาจึงได้นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และลดความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน การใช้เทคโนโลยีช่วยในการจัดการเรียนการสอนที่น่าสนใจและมีความสำคัญประการหนึ่งคือ คอมพิวเตอร์ เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถสนองตอบความมุ่งหมายของการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (ศินุพล พิมพ์พก, 2550, น. 2) คอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองเป็นสื่อการเรียนการสอนมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง สามารถจำลองอุปกรณ์ เครื่องมือ เหตุการณ์หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี (Wellington, 2004, p. 201) ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า นอกจากคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองจะช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระและมโนทัศน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เกือบทุกทักษะ (อลิศรา ชูชาติ, 2549,น. 192) ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนมติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น มีเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ และมีความคงทนในการเรียนรู้ด้านมโนมติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ (ศุภชัย ทวี, 2548, น.4) จึงจะเห็นได้ว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองเป็นเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

จากเหตุผลดังที่กล่าวมาในข้างต้น รวมถึงแนวคิด ทฤษฎีของนักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญตามที่ได้กล่าวมา จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ร่วมกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารประเภทคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองมาใช้ ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้มีความน่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนในชั้นเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจใช้โปรแกรมดังกล่าวในการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี เนื่องจากเป็นเรื่องพื้นฐานอันสำคัญต่อการอธิบายการเคลื่อนที่ของแสงในเชิงรังสีและปรากฏการณ์ของแสงในชีวิตประจำวัน โดยคาดหวังว่าโปรแกรมจำลองสถานการณ์จะเป็นตัวช่วยที่ดีในการเขียนแผนภาพของแสงได้ง่ายมากยิ่งขึ้น และช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำองค์ความรู้ที่ได้เรียนไปนั้นในระยะยาว มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ และพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำหลักฐานและข้อค้นพบมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.2 เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.3 เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสานการณ์มีความคงทนในการเรียนรู้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองแบบแผนกลุ่มเดียววัดซ้ำ (One-Shot Repeated Measured Design) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ซึ่งมีขอบเขตของการวิจัย ได้แก่

1.4.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 29 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนปกติ ที่โรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาตามโครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสงเชิงรังสี จำนวนชั่วโมงที่สอน รวม 18 ชั่วโมง ประกอบด้วย 9 สาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. การสะท้อนของแสง	จำนวน 2 ชั่วโมง
2. กระจกเงาทรงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
3. การหักเหของแสง	จำนวน 2 ชั่วโมง
4. เลนส์บาง	จำนวน 2 ชั่วโมง
5. ภาพจากเลนส์บาง	จำนวน 2 ชั่วโมง
6. การนำความรู้เรื่องกระจกเงาและเลนส์บาง ไปใช้ประโยชน์	จำนวน 2 ชั่วโมง
7. ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง	จำนวน 2 ชั่วโมง
8. ตาและการมองเห็น	จำนวน 2 ชั่วโมง
9. สารสี	จำนวน 2 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.4.3 ขอบเขตด้านเวลา

ผู้วิจัยทำการศึกษา โดยใช้ระยะเวลา 1 เดือน ตั้งแต่วันที่ 3 กันยายน 2561 ถึงวันที่ 3 ตุลาคม 2561 จำนวน 18 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

1.4.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

1.4.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)” หมายถึง การให้นักเรียนค้นหาข้อสรุปด้วยวิธีการต่าง ๆ และหาข้อสรุปหรือคำตอบด้วยตนเองผ่านกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้นหรือเป็นผู้ส่งเสริมให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางตามความสนใจของนักเรียน รวมถึงแนะแนวทางการศึกษาหาความรู้ การวิเคราะห์ และการสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษา แล้วให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาที่อาจเกิดจากการสังเกต เปรียบเทียบ จนสามารถค้นพบคำตอบหรือหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน บอกถึงขอบเขตถึงเนื้อเรื่อง และเป็นการทบบวนบทเรียน การสร้างความสนใจของนักเรียนเพื่อให้เกิดการค้นพบจากประสบการณ์/ความรู้เดิม อาจสร้างความสนใจโดยการกำหนดขึ้นมาหรือกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์

ขั้นที่ 2 แนะแนวทางในการทำกิจกรรมในบทเรียน โดยการอธิบายกติกาหรือสิ่งที่นักเรียนควรรู้ในการทดลองหรือกิจกรรมของเรื่องนั้น ๆ

ขั้นที่ 3 ค้นพบด้วยตัวเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลอง หรือคิดแก้ปัญหาด้วยตัวเอง โดยครูมีหน้าที่แนะแนวทางการนำข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะใช้วิธีการให้ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ ซักถาม โต้ตอบ หรืออภิปรายผลการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ให้นักเรียนได้อภิปรายผลการทำกิจกรรม และแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล เป็นการตรวจสอบแนวคิดหลักที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองจากการทำใบงาน รวมถึงการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

“การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์” หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งครูต้องสร้างกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของวัยและพัฒนาการทางสติปัญญา ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้นำโปรแกรมจำลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถานการณ์ไปใช้ในขั้นตอนที่ 3 ขั้นค้นพบตัวเอง โดยใช้สื่อที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ใช้กระบวนการ ตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองที่ผู้สร้างไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ นำไปใช้ร่วมกับการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้แก่นักเรียน

“การคิดวิเคราะห์” หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่มีความสามารถแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ หรือจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถตีความหรืออธิบายสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง หรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้ จนกระทั่งสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ได้ วัดการคิดวิเคราะห์โดยใช้วัดเป็นแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ชนิดอิงเนื้อหาแบบกำหนดสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย 5 ตัวเลือก ด้านละ 15 ข้อ รวมจำนวน 45 ข้อ ตามกรอบแนวคิดของ Bloom ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการถามให้ค้นหามูลเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวนั้น ๆ โดยใช้ทักษะวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นคำอนุมานหรือสมมติฐานวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็น คำสรุปหรือคำอ้างอิงสนับสนุน วิเคราะห์ว่าข้อสรุปนั้นมีอะไรสนับสนุน วิเคราะห์หาข้อผิดพลาด

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ค้นคว้าว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวนั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร พาดพิงอย่างไร ยึดทฤษฎีอะไรเป็นหลัก โดยพิจารณาว่าอะไรเป็นสาเหตุสิ่งนั้น ๆ เรื่องนั้น สิ่งใดเป็นผลของการกระทำนั้น บุคคลหรือบทความนั้นยึดหลักทฤษฎีใด บทความนี้มีข้ออนุมานใด คำกล่าวขยายสนับสนุนหรือคัดค้านอะไร ข้อสรุปยึดเหตุผลข้อไหน ของคู่ใด มีความสัมพันธ์กันมากน้อย ถ้าเกิดสิ่งนั้นสิ่งใดจะเกิดตามมายกเรื่องราวข้อเท็จจริงมาวิเคราะห์ว่า สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามให้ค้นว่าเรื่องราวนั้น ๆ อาศัยหลักการและระเบียบในการจัดโครงสร้าง

“ความคงทนในการเรียนรู้” หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียน หรือความสามารถในการจดจำ และระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนผ่านมา หลังจากการเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน วัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษา เพื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งการพัฒนาสื่อการสอนทั้งในรายวิชาฟิสิกส์และรายวิชาอื่น ๆ และใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูต่อไป

1.6.2 เป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับปัญหา และความสนใจของนักเรียน

1.6.3 เป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
บททบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องแสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ
3. การใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์
4. การคิดวิเคราะห์
5. ความคงทนในการเรียนรู้
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.1 วิสัยทัศน์ของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4)

2.1.2 หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4) ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.1.3 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียน ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุ มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 6-7) ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถใน การรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยน ข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหา ความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลัก เหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถใน การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถใน การแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจ ความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถ ในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถ ในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการ ทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นใน สังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 7) ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.5 คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ระบุคุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 9-12) ไว้ดังนี้

1. เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาดุลยภาพของ มนุษย์ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

3. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติ ต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

4. เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

5. เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟ ระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

7. เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริออลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

8. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางข้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

9. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

10. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้า ได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำ ไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

11. วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิง หรือมีทฤษฎีรองรับ

12. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

13. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

14. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

15. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

16. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

17. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบ สร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และ เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

18. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและ การสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

2.1.6 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียนคู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอนตลอดจนการวัดและประเมินผล

2.1.7 สาระฟิสิกส์

2.1.7.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.7.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.7.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.7.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสารสภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมีดีสความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกทวิภาวะ ของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ฟิสิกส์ อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 130)

2.1.8 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 2.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.1

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิชาฟิสิกส์

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
1. ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุเมื่อแสงตกกระทบ	• เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุจะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อน • วัตถุที่อยู่หน้ากระจกเงาราบและกระจกเงา ทรงกลมจะเกิดภาพที่สามารถหาตำแหน่งขนาดและชนิดของภาพที่เกิดขึ้นได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือการคำนวณจากสมการ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
กระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	กรณีกระจกเงาราบ $S'=-S$ กรณีกระจกเงาทรงกลม $\frac{1}{f}=\frac{1}{S}+\frac{1}{S'}$
2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบและมุมหักเหรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสงและคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านผิวรอยต่อของตัวกลางสองตัวกลางจะเกิดการหักเหโดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหของตัวกลางคู่หนึ่งมีค่าคงตัวเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎของสเนลล์เขียนแทนได้ด้วยสมการ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ • การหักเหของแสงทำให้มองเห็นภาพของวัตถุที่อยู่ในตัวกลาง ต่างชนิดกันมีตำแหน่งเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งคำนวณปริมาณ ต่างๆที่เกี่ยวข้องได้จากสมการ $\frac{S'}{S}=\frac{n_2}{n_1}$ • มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่า 90 องศาเรียกว่า มุมวิกฤติซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย คำนวณได้จากสมการ $\sin\theta_c=\frac{n_2}{n_1}$ • การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.1 *(ต่อ)*

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
3. ทดลองและเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บางหาตำแหน่งขนาดชนิดของภาพและความสัมพันธ์	• เมื่อวางวัตถุหน้าเลนส์บางจะเกิดภาพของวัตถุโดยตำแหน่งขนาดและชนิดของภาพที่เกิดขึ้นหาได้จากการเขียนภาพของรังสีแสงหรือคำนวณได้จากสมการ $\frac{1}{f}=\frac{1}{S}+\frac{1}{S'}$
4. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลดมิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่างๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	• กฎการสะท้อนและการหักเหของแสงใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้งการทรงกลดและมิราจ • เมื่อแสงตกกระทบอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศแสงจะเกิดการกระเจิง ใช้อธิบายการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน
5. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสีรวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี	• การมองเห็นสีจะขึ้นกับแสงสีที่ตกกระทบกับวัตถุและสารสีบนวัตถุ โดยสารสีจะดูดกลืนบางแสงสีและสะท้อนบางแสงสี • การผสมสารสีทำให้ได้สารสีที่มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม ถ้านำแสงสีปฐมภูมิในสัดส่วนที่เหมาะสมมาผสมกันจะได้แสงขาว • แผ่นกรองแสงสียอมให้บางแสงสีผ่านไปได้และดูดกลืนบางแสงสี • การผสมแสงสีและการผสมสารสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านศิลปะ ด้านการแสดง • ความผิดปกติในการมองเห็นสีหรือการบอดสีเกิดจากความบกพร่องของเซลล์รูปกรวย ซึ่งเป็นเซลล์รับแสงชนิดหนึ่งบนจอตา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาแนวทางการพัฒนานักเรียนในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์ข้อ 2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์อย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำ

ความรู้ไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากเป็นสาระที่สำคัญเชื่อมโยงอยู่กับชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบค้นพบร่วมกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มาช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร มีสาระเนื้อดังประกอบด้วย การสะท้อนของแสง กระจกเงาทรงกลม การหักเหของแสง เลนส์บาง ภาพจากเลนส์บาง การนำความรู้เรื่องกระจกเงาและเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสงตาและการมองเห็น และสารสีจำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 18 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ Discovery Learning

2.2.1 ความหมายของการสอนแบบค้นพบ

ยุพิน พิพิธกุล (2545, น. 35) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบค้นพบ มีความหมายดังนี้

1. เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์แล้วให้นักเรียนเสาะแสวงหาวิธีการแก้ปัญหานั้นครูให้นักเรียนพิจารณาผลที่เกิดขึ้นไม่ได้คาดหวังว่านักเรียนต้องค้นพบในแบบที่ครูต้องการเสมอไปการค้นพบแบบนี้จึงเน้นที่กระบวนการค้นพบไม่ได้เน้นที่ผลของการค้นพบ

2. เป็นวิธีการสอนที่เน้นว่าให้นักเรียนต้องการค้นพบอะไร เช่น กฎ สูตร หรือบทนิยามนักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้ การค้นพบแบบนี้เป็นค้นพบโดยวิธีการสอนวิธีใดก็ได้ เช่น การถามตอบ การสาธิต การทดลอง การอภิปราย ตลอดจนวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยวิธีการใดก็ตามที่นักเรียนสามารถสรุปหรือกำหนดนัยทั่วไป (Generalization) ได้ก็เรียกว่า เป็นการค้นพบ

สุรางค์ โค้วตระกูล (2552, น. 212–215) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบ เป็นวิธีสอนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ ของนักจิตวิทยาคนสำคัญในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) เช่น เพียเจต์ (Piaget) บรูเนอร์ (Bruner) และออซูเบล (Ausubel) ซึ่งนักจิตวิทยากลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้มิใช่ผลผลิตแต่เป็นกระบวนการของการคิดและคิดอย่างมีเหตุผลไม่ใช่การท่องจำ ดังนั้นการสอนของครูจึงควรเน้นกระบวนการที่ทำให้คิด ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้และเกิดการค้นพบความรู้ได้ในที่สุด

ทิศนา แขมมณี (2553, น. 117-145) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบค้นพบไว้ว่าเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยเน้นให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูเป็นผู้ส่งเสริมให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางตาม ความสนใจของนักเรียน รวมถึงแนะแนวทางการศึกษาหาความรู้ การวิเคราะห์ และการสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Bruner (1960, อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2552, น. 212) ได้ให้ความหมายของวิธีสอนแบบค้นพบว่า คือ กระบวนการหรือวิธีการแก้ไขปัญหา มากกว่าเป็นผลหรือเป็นหัวข้อความรู้เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามแนวคิดของบุคคลนั้น กระบวนการค้นพบ คือ ความสามารถในการค้นหาข้อสรุปจากแบบฝึกหัด การแก้ปัญหา การฝึกตั้งคำถาม และการสอบสมมติฐาน การเรียนรู้โดยวิธีค้นพบจึงเป็นการเรียนเพื่อโดยการค้นพบ (Learning to discovery) และการสอนด้วยวิธีค้นพบเป็นการสอนซึ่งให้เด็กได้พบกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เด็กไม่คุ้นเคย และให้เด็กได้ค้นหาวิธีการหรือแก้ปัญหานั้น

Moore and Quinn (1994, pp. 212 - 213) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้แบบค้นพบว่าเป็นการเรียนโดยให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดการพัฒนาความรู้และทักษะ ครูจะต้องเป็นผู้นำทางให้นักเรียนพบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ให้ได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่าการสอนแบบค้นพบ หมายถึง การให้นักเรียนค้นหาข้อสรุปด้วยวิธีการต่าง ๆ และหาข้อสรุปหรือคำตอบด้วยตนเองผ่านกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้นหรือเป็นผู้ส่งเสริมให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางตามความสนใจของนักเรียน รวมถึงแนะแนวทางการศึกษาหาความรู้ การวิเคราะห์ และการสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษา แล้วให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาที่อาจเกิดจากการสังเกต เปรียบเทียบ จนสามารถค้นพบคำตอบหรือหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

2.2.2 ทฤษฎีของการสอนแบบค้นพบ

วราภรณ์ สินถาวร (2552, น. 82) กล่าวถึง ทฤษฎีของบรูเนอร์ (Bruner) ซึ่งมีการ เรียนรู้ว่า “Discovery approach” หรือการเรียนรู้โดยการค้นพบ เป็นกระบวนการที่เน้นพัฒนาการ เกี่ยวกับความสามารถในการรับรู้และความเข้าใจของนักเรียน บรูเนอร์ (Bruner) เชื่อว่า ครูสามารถช่วยพัฒนา ให้นักเรียนเกิดความพร้อมได้ โดยไม่ต้องรอเวลา ซึ่งสามารถสอนได้ในทุกช่วงของอายุ ซึ่งได้แบ่ง ขั้นตอนตามพัฒนาการการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. Enactive Representation (แรกเกิด - 2 ขวบ) ในขั้นนี้เด็กจะแสดง แสดงออกด้วยการกระทำ เรียกว่า Enactive Mode เป็นการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยการ สัมผัส จับต้องด้วยมือ ผลัก ดึง รวมไปถึงการใช้ปากกับวัตถุที่อยู่รอบๆตัว สิ่งสำคัญคือเด็กต้อง ลงมือกระทำด้วยตนเอง เช่น การเลียนแบบ หรือการลงมือกระทำกับวัตถุสิ่งของ

2. Iconic Representation (2 ขวบ – 12 ปี) ในขั้นนี้เด็กมีการแสดงออกทางความคิด เกิดจากการมองเห็น และการใช้ประสาทสัมผัสแทน พัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจโดยเพิ่มตามอายุเด็กที่โตขึ้นสามารถสร้างภาพในใจได้มากขึ้น วิธีการเรียนรู้ในขั้นนี้ เรียกว่า Iconic Mode เมื่อเด็กสามารถสร้างจินตนาการหรือมโนภาพในใจได้ เด็กเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในโลกได้ด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Iconic Mode ดังนั้นในการเรียนการสอนการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะความคิดรวบยอดกฎและหลักการ ซึ่งไม่สามารถแสดงให้เห็นได้ ควรนำโสตทัศนวัสดุมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ภาพนิ่งโทรทัศน์ หรืออื่นๆ เพื่อที่ช่วยให้เด็กเกิดจินตนาการประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น

3. Symbolic Representation (12 ปีขึ้นไป) ในขั้นนี้เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ โดยใช้สัญลักษณ์ หรือ ภาษา เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ เช่น การคิดเชิงเหตุผล หรือการแก้ปัญหา และเชื่อว่าการพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจควบคู่ไปกับภาษา วิธีการเรียนรู้ในขั้นนี้เรียกว่า Symbolic mode ซึ่งนักเรียนใช้ในการเรียนได้เมื่อมีความสามารถเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือความคิดรวบยอดที่ซับซ้อน

Maslow (1954, p. 182) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของมนุษย์ไว้ว่าธรรมชาติของมนุษย์มีความต้องการเป็นลำดับขั้นและสนใจในสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเองโดยมีแรงจูงใจเป็นตัวกำหนดและไม่หยุดความต้องการถึงแม้ว่าจะพึงพอใจกับสิ่งที่ได้นั้นก็ตามนั่นแสดงว่าการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น ครูสามารถเลือกวิธีการสอน ให้กับนักเรียนได้อย่างเป็นอิสระและสามารถทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เก่าของนักเรียนที่มีอยู่ให้ผสมกลมกลืนกัน และตอบสนองตรงกับความต้องการของนักเรียนที่หลากหลายได้เป็นอย่างดี เกิดจากการรู้จักและพัฒนาตนเองตรงตามสภาพจริง (ทิศนา แขมมณี, 2551, น. 96)

จากทฤษฎีการสอนแบบค้นพบดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า มนุษย์มีพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ หรือ การรู้คิดด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Acting, Imagine และ Symbolizing ซึ่งอยู่ในขั้นพัฒนาการทางปัญญาตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ คือ Enactive mode, Iconic mode และ Symbolic mode ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตลอดชีวิตไม่ใช่ เกิดขึ้นช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งของชีวิตเท่านั้น หน้าที่ของครู คือ การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมที่ช่วยเอื้อต่อการ ขยายโครงสร้างทางสติปัญญาของนักเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2.3 หลักการของการสอนแบบค้นพบ

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, น. 81) กล่าวถึงหลักการสอนแบบค้นพบ ดังนี้

1. เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสอนแบบค้นพบ
2. เตรียมคำถามไว้มาก ๆ สำหรับนำทางให้นักเรียนคิด นำไปสู่การค้นพบ
3. หาวิธีการกระตุ้นให้นักเรียนคิด
4. ส่งเสริม เปิดโอกาสให้มีการอภิปราย ให้คิดอย่างอิสรเสรี
5. ครูคอยแนะนำ รวบรวม เชื่อมโยงความคิดใหม่ของนักเรียนเข้าด้วยกัน นำทางให้นักเรียนเห็นข้อสรุปได้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545, น. 117) กล่าวถึงหลักการสอนแบบค้นพบ ดังนี้

1. ต้องมีแรงจูงใจภายใน (Self - Motivation) และมีความอยากรู้ อยากเห็นอยากค้นพบสิ่งที่อยู่รอบตนเอง

2. โครงสร้างของบทเรียน (Structure) ต้องจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับวัยนักเรียน

3. การจัดลำดับความยากง่าย (Sequence) โดยให้คำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน

ทิศนา แขมมณี (2553, น. 146) ได้กล่าวถึงหลักการสอนแบบค้นพบไว้ว่า นักเรียนทุกคนมีความสนใจ ในการอยากรู้อยากเห็นกับสิ่งใหม่ ๆ หากได้รับการส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองและได้รับการฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจได้ตลอดชีวิต

Lardizabal, et al. (1969, p. 153, อ้างถึงใน สุวรรณี พลิคามิน, 2550, น. 28) กล่าวถึงหลักการพื้นฐานที่จะนำไปสู่การค้นพบ มีดังนี้

1. กระบวนการเรียนรู้แบบค้นพบ เริ่มจากการนำความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วมาวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ ที่เป็นรูปธรรม

2. จัดห้องเรียนให้เป็นลักษณะของห้องทดลอง

3. นักเรียนเรียนรู้จากการสังเกตและสร้างประสบการณ์

4. นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จนสามารถสรุปความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

5. การเรียนแบบค้นพบสามารถจัดเป็นแบบรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มก็ได้

6. วิธีการเรียนรู้แบบค้นพบของนักเรียนคล้ายกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากหลักการของการสอนแบบค้นพบดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนแบบค้นพบเป็นการฝึกให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งครูต้องสร้างกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของวัยและพัฒนาการทางสติปัญญา ของนักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.4 ลักษณะของการสอนแบบค้นพบ

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, น. 80) กล่าวถึงลักษณะการสอนโดยวิธีค้นพบดังนี้

1. นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้คิดค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง เช่น เมื่อครูยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างจนกระทั่งนักเรียนสังเกตเห็นรูปแบบ นักเรียนจะสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. นักเรียนมีอิสระในการคิด ได้ใช้ความพยายามคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ วิธีโดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจและแนวคิดเดิมที่มีอยู่

3. การค้นพบของนักเรียนอาจอยู่ภายใต้การแนะนำของครู ในบางเรื่องที่ยากครูอาจจะต้องแนะแนวทาง อาจค้นพบเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มนักเรียนจะได้มีโอกาสปรึกษาหารืออภิปรายร่วมกัน วิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ ได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น

4. นักเรียนได้ลงมือกระทำมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากยิ่งขึ้น การแก้ปัญหาเป็นการท้าทาย ยั่วยุให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น มีโอกาสได้ใช้ความคิด การสังเกต

5. เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ค้นพบหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะทำให้มีความเข้าใจได้ลึกซึ้ง จดจำได้แม่นยำและสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้

6. ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ค้นพบความคิดใหม่ ๆ ทำให้ภาคภูมิใจ มีความมั่นใจ พอใจ อยากรู้อยากเห็น มีแรงบันดาลใจที่ดีต่อไป

Cooney, Davis and Henderson (1975, p. 205) ได้แบ่งลักษณะของการสอนแบบค้นพบออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางเป็นการสอนที่ครูพยายามจะดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนออกมาใช้ โดยอาศัยคำถามหรือการอธิบายที่ได้เตรียมไว้เป็นอย่างดี เพื่อนำนักเรียนไปสู่การค้นพบแนวคิดหรือหลักการต่าง ๆ

2. การค้นพบอย่างแท้จริง (Pure discovery or Unguided discovery) เป็นการสอนซึ่งครูคาดหวังว่านักเรียนควรจะเข้าใจถึงแนวคิดหรือหลักการต่าง ๆ ด้วยตนเอง อาจจะอาศัยการแนะนำบ้างเพียงส่วนน้อยหรือไม่ต้องแนะนำเลย ยกเว้นการอธิบายเกี่ยวกับคำศัพท์หรือข้ออ้างอิง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Clark and Starr (1986, pp. 250-253) ได้สรุปลักษณะการสอนแบบค้นพบคือการที่ครูเตรียมทุกสิ่งทุกอย่างเท่าที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนดึงเอาข้อวินิจฉัยจากข้อมูลที่กำหนด โดยใช้ความคิดแบบตรรกศาสตร์ การอุปมานหรือการอนุมานแล้วแต่กรณี โดยทั่วไปการสอนแบบค้นพบมักจะมีรูปแบบ (Model) ดังนี้

1. เลือกหลักการใดหลักการหนึ่งหรือหลาย ๆ หลักการ

2. สร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

3. จัดประสบการณ์เพื่อให้ได้รายละเอียดที่จำเป็นระหว่างการแก้ปัญหา เช่น คำถาม การสาธิต เป็นต้น

4. จัดประสบการณ์ที่จะทำให้ได้รายละเอียดที่ขัดแย้งออกมา

5. สรุปหลักการหรือแนวคิด

6. นำหลักการหรือแนวคิดมาใช้ในการแก้ปัญหาการสอนโดยการค้นพบเป็นการสอนที่เน้นไปที่ตัวนักเรียน วิธีนี้จะต้องพิจารณาถึงการตอบสนองของนักเรียน บทบาทของครูเป็นเพียงแนะนักเรียนให้เชื่อมโยงความคิดใหม่ ๆ ให้เข้ากับสิ่งที่เขาได้สะสมไว้แล้วจากประสบการณ์ที่ผ่านมา

จากลักษณะการสอนแบบค้นพบสรุปได้ว่า ลักษณะการสอนแบบค้นพบแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสอน แบบค้นพบโดยแนะแนวทางโดยอาศัยการสร้างสถานการณ์ หรือกำหนดปัญหาให้นักเรียนเกิดการค้นพบ และการสอนแบบค้นพบด้วยตนเองผ่านกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครู ได้จัดเตรียมไว้ให้ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบค้นพบโดยแนะแนวทางมาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เนื่องจากสามารถกำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสรุปได้ตามที่ต้องการ

2.2.5 ความหมายของการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง

จากการที่ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดและความหมายของการสอนแบบค้นพบของนักการศึกษาไปแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางเป็นส่วนหนึ่งของการสอนแบบค้นพบ ดังนั้นผู้วิจัยขอเสนอความหมายของการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง จากการที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้เห็นความหมายของการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางได้ชัดเจนยิ่งขึ้นดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2545, น. 35) กล่าวว่า การเรียนแบบค้นพบภายใต้การแนะแนวทางของครู การค้นพบแบบนี้ครูจะเป็นผู้แนะแนวทาง เพราะถ้าปล่อยให้นักเรียนค้นพบด้วยตัวเองก็จะทำให้เสียเวลามาก บางทีเป็นเรื่องยาก ครูแนะเล็กน้อยนักเรียนก็สามารถค้นพบคำตอบได้

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 139) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางของครูว่าการสอนด้วยวิธีนี้มีมาแต่สมัยของพลาโต (Plato) โดยเรียกวิธีสอนแบบนี้ว่า วิธีสอนแบบโซเครติค (The Socratic Method) เป็นวิธีสอนที่ใช้การโต้ตอบ ซักถามระหว่างครูกับนักเรียนและการแนะแนวทางของครู จนนักเรียนสามารถสรุปกฎเกณฑ์ได้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, น. 29) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่มีแนวทาง (Guide Method) เป็นวิธีการที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่เนื้อหา โดยการใช้คำถามที่สร้างขึ้นอย่างเหมาะสมและอธิบายเพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบแนวคิดหรือหลักการด้วยตนเอง

Biggs (1968, p. 217) ได้กล่าวถึงการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางว่าเป็นการสอนที่ครูต้องเตรียมคำถามเริ่มต้นบางครั้งอาจต้องมีอุปกรณ์ด้วยคำถามนำทางอาจเป็นไปในทำนอง “ท่านจะทำอะไรด้วยสิ่งนี้ได้บ้าง” หรือ “ท่านพบอะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้” หรืออาจจะแนะนำมากกว่านี้ก็ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

De Cecco (1968, pp. 464-465) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางว่าเป็นวิธีสอนที่ครูให้กฎเกณฑ์ที่จะใช้แก้ปัญหาแต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาหรือครูไม่บอกกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหา แต่บอกวิธีการแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง

Lardizabal, et al. (1969, p. 153) กล่าวถึงการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางว่าเป็นลักษณะการสอนที่ครูจะต้องพยายามเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน โดยการตั้งคำถาม และอธิบายชี้แนะ เพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวคิดและหลักการได้ในที่สุด

Jones and Arbor (1970, pp. 501-508) กล่าวถึงการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางว่าเป็นกระบวนการชี้แนะนักเรียน เพื่อทำให้นักเรียนเห็นข้อเท็จจริงและความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ได้กระจ่างชัด การชี้แนะไม่ใช่ให้นักเรียนเรียนรู้จากการบอกหรือแสดงให้เห็นจากบุคคลอื่นโดยตลอด แต่นักเรียนควรจะค้นพบด้วยประสบการณ์ของแต่ละคน ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าครูไม่มีบทบาทในการสอน ความจริงแล้วครูคือกุญแจสำคัญที่จะเลือกปัญหา เตรียมอุปกรณ์หรือสื่อต่างๆจัดลำดับประสบการณ์หรือคำถาม

Hyman (1974, p. 180) ได้กล่าวถึงการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางไว้ว่า วิธีนี้ครูเป็นผู้เลือกปัญหาและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยทั่วไปแล้วครูจะเป็นผู้ตั้งคำถาม ซึ่งนำนักเรียนไปสู่คำอธิบายตามที่ต้องการ ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูต้องเร้าให้นักเรียนศึกษาปัญหาที่นักเรียนสงสัยอยู่ก่อนโดยให้นักเรียนถามครูให้คำแนะนำหรืออาจให้แนวทางของปัญหาอย่างกว้าง ๆ โดยการเตรียมอุปกรณ์ให้

2. ครูอาจเลือกคำถามที่แม้บางครั้งตัวครูและนักเรียนไม่รู้คำตอบมาก่อนซึ่งครูจะต้องจัดสถานการณ์ที่เหมาะสม

3. ครูสามารถถามคำถามแบบกลางๆ แก่นักเรียนมากกว่าจะถามคำถามอย่างตรงไปตรงมา ครูสามารถสร้างคำถามใหม่ได้อย่างกว้างขวาง ให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยกันออกความเห็น ครูควรใช้กลวิธีในการถามนักเรียนว่า “ทำไม” เขาถึงมีแนวคิดอย่างนั้น

4. ครูอาจจะจัดรูปแบบโครงสร้างสำหรับการถกเถียงปัญหา เพื่อว่านักเรียนจะได้ถามปัญหาแก่ครู ซึ่งครูจะเป็นผู้ตอบ ครูอาจถามคำถามที่เพียงแต่ต้องการคำตอบว่า “ใช่” หรือ“ไม่ใช่” ซึ่งจะทำให้นักเรียนระมัดระวังคำถามและการหาคำตอบยิ่งขึ้น

Krulik and Weise (1975, p. 138) กล่าวว่า การค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางเป็นกระบวนการซึ่งแสดงวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้เห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง เป็นกระบวนการทางการสอนที่ กำหนดให้นักเรียนอยู่ในสถานการณ์ที่เขามีอิสระที่จะคิดค้นหาความรู้ ใช้วัสดุอุปกรณ์การสอน สำรวจค้นคว้าและสรุป วิธีการสังเกต การลองผิดลองถูก เป็นวิธีการสนับสนุนการเรียนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางทั้งสิ้น ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะและนำทางดึงเอาแนวคิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และทักษะต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวเด็กออกมาเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ กลวิธีการสอนเช่นนี้นักเรียนจะเป็นผู้คิดด้วยตนเอง และค้นพบหลักหรือกฎเกณฑ์โดยทั่ว ๆ ไปจากการสร้างสถานการณ์ของครู การแนะนำจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวนักเรียน และอุปกรณ์ที่ใช้สอน กลวิธีของการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางจะช่วยให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง เรียนด้วยตนเองและมีอิสระจากครู

จากการศึกษาความหมายของการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง สรุปได้ว่า การสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง เป็นวิธีสอนที่นักเรียนได้รับการแนะนำจากครูด้วยกระบวนการต่าง ๆ กัน โดยอาจเป็นการใช้คำถามอธิบายชี้แนะ หรืออุปกรณ์ สื่อต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนค้นพบแนวคิดหรือหลักการ สูตร กฎเกณฑ์และกระบวนการทางวิทยายาศาสตร์ด้วยตนเอง

2.2.6 ขั้นตอนการสอนแบบค้นพบ

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531, น. 585-591) ได้กล่าวว่า วิธีสอนวิทยาศาสตร์โดยผ่านการทดลองแบบการค้นพบ วิทยาศาสตร์กับการทดลองเป็นของคู่กัน การทดลองในห้องปฏิบัติการหรือการทดลองภาคสนาม หมายถึง การกระทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านการทดลองแล้ว การทดลองเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ ถ้าเรื่องใดสามารถที่จะให้นักเรียนทำการทดลองได้ ครูก็ควรจะจัดให้มีการทดลอง โดยไม่เลี่ยงไปใช้วิธีอื่น โดยมีลำดับขั้นตอนของวิธีสอนผ่านการทดลอง 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้จะเป็นการสร้างความสนใจในการทดลองเรื่องใหม่ซึ่งมีวิธีการต่างๆ และจะจบลงด้วยนักเรียนทราบว่า วันนี้จะทดลองเรื่องอะไร เพื่อค้นหาอะไร

2. ขั้นสอนหรือขั้นสร้างความรู้

2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-lab discussion) เมื่อได้เรื่องที่จะทดลองและจุดประสงค์ของการทดลองแล้วขั้นต่อไปคือ การวางแผนการทดลองหรือการออกแบบการทดลองซึ่งจะต้องมีการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แนวทางการแก้ปัญหาควรจะทำอะไรและอย่างไร

2.2 ขั้นปฏิบัติทดลอง (Experimenting activities) ขั้นนี้นักเรียนจะลงปฏิบัติโดยครูให้นักเรียนเบิกวัสดุอุปกรณ์ที่เตรียมไว้และลงมือทำ ขณะนักเรียนทำการทดลอง ครูควรจะเข้าไปสังเกตการณ์ทำงานของกลุ่มต่าง ๆ เพื่อกระตุ้น ให้กำลังใจ สอบถามในสิ่งที่เห็นว่าผิดสังเกตตอบคำถามของกลุ่มในสิ่งที่สงสัยอยู่ ดูการติดตั้งเครื่องมือ การอ่านเครื่องมือ บันทึกข้อบกพร่องที่พบในระหว่างการทดลองของกลุ่มต่าง ๆ ไว้ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในขั้นอภิปรายหลังการทดลองขั้นนี้จะจบลงที่นักเรียนได้รวบรวมข้อมูล และบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกข้อมูลแล้ว อาจให้นักเรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแปรข้อมูลด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab discussion) เมื่อมีข้อมูลจากการทดลองแล้วนำมาพิจารณาหาความหมาย เพื่อตอบคำถามของปัญหา ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในขั้นนี้ คือ ทักษะการจัดกระทำข้อมูล การสื่อความหมาย การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ข้อสรุปที่ได้ในขั้นนี้ตรงกับจุดประสงค์ที่วางไว้ ในบางครั้งอาจเป็นการทดสอบสิ่งที่สงสัย ซึ่งข้อสรุปอาจจะไม่ใช่ความรู้ใหม่ก็ได้ ผลที่ได้ควรจะมาจากการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับครู ซึ่งจะเป็นการพัฒนาการคิด และเป็นการสอนแบบการค้นพบ

3. ขั้นเสริมความรู้ความเข้าใจและนำไปใช้ เมื่อนักเรียนได้ค้นพบความรู้ใหม่จากขั้นอภิปรายหลังการทดลองแล้วครูไม่ควรหยุดแค่นั้น เพราะการค้นพบเพียงได้หลักความรู้ แต่ความเข้าใจในความรู้นั้นยังต้องการหาโดยวิธีอื่นครูจะต้องจัดกิจกรรมที่ขยายความเข้าใจในความรู้ที่ได้มาให้กว้างขวางและลึกซึ้ง เช่น การอภิปรายซักถาม นำความรู้ไปใช้ยกตัวอย่างประกอบ อ่านเอกสารเพิ่มเติม

4. ขั้นวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เมื่อทำการทดลองแล้ว เสริมความรู้ความเข้าใจแล้ว ควรมีการวัดและประเมินผลซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น ถาม ตอบ ตอบข้อเขียนสั้น ๆ เขียนรายงานการทดลองแบบฝึกหัด

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, น. 31–32) กล่าวถึงวิธีดำเนินการสอนแบบค้นพบมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูกระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียนให้สนใจที่จะศึกษาบทเรียน

2. ขั้นเรียนรู้ ครูใช้วิธีจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยในตอนแรก เพื่อให้นักเรียนค้นพบข้อสรุป จากนั้นครูใช้วิธีจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย เพื่อให้นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้เพื่อเรียนรู้หรือค้นพบข้อสรุปใหม่โดยอาศัยเทคนิคการซักถาม โต้ตอบ หรืออภิปราย

3. ขั้นนำไปใช้ ครูให้นักเรียนนำเสนอแนวทางการนำข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอาจจะใช้วิธีการให้ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้จริงหรือไม่

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร (2547, น. 4-5) ได้อธิบายขั้นตอนของการเรียนรู้แบบค้นพบซึ่งเป็นการเรียนรู้ลักษณะเดียวกับการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) ซึ่งมีขั้นตอนในการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนคือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมประกอบด้วย การซักถามปัญหา ทบทวนความรู้เดิม กำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนรู้และเป้าหมายที่ต้องการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. การสำรวจ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้น

3. การอธิบายกิจกรรมประกอบด้วย การนำข้อมูล ผลการทดลองมาร่วมกันอภิปราย

4. การลงข้อสรุป เป็นการสรุปเนื้อหาหรือข้อมูลการทดลองเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจทักษะ กระบวนการ และความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องกับความคิดของตนเอง

5. การประเมินผล เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเอง ทั้งนี้ จะรวมถึงการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

Clark and Starr (1986, pp. 250-253) ได้สรุปลำดับขั้นของการสอนแบบค้นพบไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกหลักการใดหลักการหนึ่งหรือหลาย ๆ หลักการ
2. สร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา
3. จัดประสบการณ์เพื่อที่จะทำให้ได้รายละเอียดที่จำเป็นในระหว่างการแก้ปัญหา
4. จัดประสบการณ์ที่จะทำให้ได้รายละเอียดที่ขัดแย้งออกมา
5. สรุปหลักการและความคิดรวบยอด (Concept)
6. ประยุกต์หลักการหรือความคิดรวบยอดมาใช้ในการแก้ปัญหา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากข้างต้น กล่าวได้ว่าขั้นตอนการสอนแบบค้นพบ ประกอบด้วย การให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตหรือทดลองซ้ำๆ และสรุปความรู้หรือคำตอบที่ได้จากการค้นพบ สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดวิธีการสอนแบบค้นพบ โดยวิธีแนะแนวทาง มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน บอกถึงขอบเขตถึงเนื้อเรื่อง และเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างความสนใจของนักเรียนเพื่อให้เกิดการค้นพบ อาจสร้างความสนใจโดยการกำหนดขึ้นมาหรือกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์

ขั้นที่ 2 แนะแนวทางในการทำกิจกรรมในบทเรียน แนะแนวทางในการทำกิจกรรมในบทเรียน โดยการอธิบายกติกาหรือสิ่งที่นักเรียนควรรู้ในการทดลองเรื่องนั้นๆ

ขั้นที่ 3 ค้นพบด้วยตัวเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลอง หรือคิดแก้ปัญหาด้วยตัวเอง โดยครูมีหน้าที่แนะแนวทางการนำข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะใช้วิธีการให้ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ ซักถาม โต้ตอบ หรืออภิปรายผลการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ให้นักเรียนได้อภิปรายผล และแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน รวมทั้งครูทำการประเมินผลการเรียนรู้ที่ได้ จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเอง ทั้งนี้ จะรวมถึงการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

2.2.7 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบค้นพบ

บุญชม ศรีสะอาด (2541, น. 66) กล่าวถึง ข้อดีของการสอนแบบค้นพบว่า

1. การที่นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง จะทำให้จดจำความรู้ได้นาน
2. เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะความสามารถในด้านต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ เป็นต้น
3. ทำให้นักเรียนรู้จักการคิดอย่างมีเหตุผล และ เข้าใจในสิ่งที่ค้นพบได้อย่างลึกซึ้ง

ข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบค้นพบ ใช้เวลามาก นักเรียนมักค้นพบสิ่งต่าง ๆ นอกเหนือจากสิ่งที่มุ่งหวังให้ค้นพบ และบางคนไม่สามารถค้นพบความรู้ตามที่ คาดหวังได้

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2545, น. 33) กล่าวถึง ข้อดีของวิธีการสอนแบบค้นพบว่า

1. เป็นวิธีการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนที่ช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลจดจำในสิ่งที่ค้นพบได้นาน
2. มีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้ อย่างแท้จริง ซึ่งเป็นการปลูกฝังนิสัยรักการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบค้นพบ เนื่องจากต้องใช้เวลาในการสอนมากพอสมควร ไม่เหมาะกับชั้นเรียนที่นักเรียนมี ความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดความท้อในการค้นพบคำตอบ

ครุปกรณ์ ละเอียดอ่อน (2547, น. 83) ได้กล่าวถึงจุดเด่นของการนำเอาวิธีสอนแบบค้นพบไปใช้ดังนี้

1. เป็นการเพิ่มพูนศักยภาพทางปัญญา ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่
2. ก่อให้เกิดแรงจูงใจภายในเมื่อพบปัญหาและนักเรียนต้องแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจะได้รับแรงจูงใจทำให้ตนเองอยากรู้ว่าตนเองมีความสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ จึงพยายามใช้ความคิดแก้ปัญหาอย่างเต็มที่

3. ได้เรียนรู้วิธีการค้นพบด้วยตนเอง ช่วยทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกความคิดและการกระทำ ทำให้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

4. ทำให้มีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ เนื่องจากนักเรียนต้องแก้ปัญหาและวิธีค้นพบวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ความรู้นั้นไม่สูญไปและเมื่อพบกับสถานการณ์ใหม่สามารถนำหลักการเรียนรู้เดิมไปใช้ได้อีกด้วย

5. นักเรียนได้พัฒนาความคิดและเกิดความเชื่อมั่นในความรู้ความสามารถของตนเอง

6. ทำให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้มากกว่าที่จะเน้นไปที่ตัวครู

7. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนโดยกระบวนการแสวงหาความรู้มิใช่เรียนโดยการท่องจำ

จากข้างต้นสรุปได้ว่าข้อดีของการสอนแบบค้นพบ มีดังนี้

1. นักเรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นพบด้วย ตนเองได้อย่างแท้จริง

2. มีความรู้ที่คงทน อีกทั้งยังได้พัฒนาสติปัญญารวมถึงทักษะในด้านต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

3. เมื่อนักเรียนค้นพบคำตอบได้ด้วยตนเอง จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น

ข้อจำกัดของการสอนแบบค้นพบ

1. ใช้เวลาในการสอนมาก ซึ่งบางครั้งนักเรียนอาจไม่พบข้อสรุปตามต้องการ

2. ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนต้องไม่แตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

2.3.1 ความหมายของการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

อลิศรา ชูชาติ (2549, น. 192) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองไว้ว่า สถานการณ์จำลอง คือ แบบจำลองที่มีผู้สร้างไว้แล้วในระบบสื่อคอมพิวเตอร์ และนักเรียนสามารถศึกษาเรียนรู้จาก สถานการณ์นั้น

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2552, น. 74) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ไว้ ว่าเป็นรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้ปรากฏเป็นรูปร่าง หรือสิ่งของไม่ซับซ้อนและยากต่อการเข้าใจ การใช้ Simulation จะลดระดับความเป็นจริงที่เป็นอยู่ ในเรื่องของรูปทรง ขนาด เวลา และสถานที่ ทำให้นักเรียนเห็นได้อย่างละเอียดขึ้น

Alessi and Trollip (1991, p. 159) ได้กล่าวถึง การจำลองสถานการณ์ว่าเป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในการนำไปใช้ในการสอน

การจำลองสถานการณ์จะปรับปรุงการเรียนทบทวนและการฝึกไปเป็นการเพิ่มแรงจูงใจ การถ่ายโยงการเรียนรู้ และประสิทธิภาพ ซึ่งมีประโยชน์ ปลอดภัย และสามารถควบคุมได้เหมือนได้ประสบการณ์จริง

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการ ตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองที่ผู้สร้างไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยการนำไปใช้ในการสอนเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนให้แก่นักเรียน

2.3.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

แนวคิดพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแนวคิดหนึ่งก็คือ การจำลองสถานการณ์ประกอบด้วยการนำเสนอจุดมุ่งหมาย การนำเสนอเพื่อกระตุ้นความสนใจ การดึงความสามารถและการจัดหาการป้อนกลับเป็นแบบการสอนที่เป็นประโยชน์ในการสอนการใช้กฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา (Bonner, 1960, p. 103) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่ครูสามารถนำไปใช้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ของแต่ละวิชาได้ทั้งหมดครูอาจกำหนดว่าจะสอนอะไรให้นักเรียน โดยแสดงให้เห็นวิธีการแก้ไขปัญหาว่าทำอย่างไร และสร้างการตัดสินใจให้นักเรียนได้กระทำกับสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์ ซึ่งนักเรียนก็จะทำได้ดีโดยคุณสมบัติที่แท้จริงของสถานการณ์จำลองก็คือการทำให้นักเรียนได้ประสบกับปัญหาในชีวิตจริงในสภาพแวดล้อมที่เข้าได้ร่วมตัดสินใจเป็นลำดับขั้นไม่มีอันตรายกับตัวเขาในทางปฏิบัติเองถ้าเกิดการผิดพลาดขึ้นนั้นก็จะเป็นประโยชน์ เพราะถ้าได้เรียนรู้และหารทางเลือกและแก้ไขได้ ประสบการณ์ที่ได้รับก็จะช่วยให้วิเคราะห์กระบวนการแก้ไขปัญหาได้ภายหลัง (Knapp and Glenn, 1996, p. 103)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544, น. 51-56) กล่าวว่า ทฤษฎีหลักที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และส่งผลกระทบต่อแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ได้แก่ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) และทฤษฎียืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) เชื่อว่ามนุษย์และการเรียนรู้มนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอกนอกจากนี้ยังมีแนวคิดเกี่ยวกบความสำคัญระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองซึ่งเชื่อวาการตอบสนองกับสิ่งเร้ามนุษย์จะเกิดขึ้นควบคู่กันในช่วงเวลาที่เหมาะสมการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นพฤติกรรมแบบแสดงอาการกระทำซึ่งมีการเสริมแรงโปรแกรม

บทเรียนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมจะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิงเส้นตรง (Linear) โดยนักเรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาที่เหมือนกันและตายตัว

2. ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) เชื่อว่าพฤติกรรมมนุษย์เป็นเรื่องของภายในจิตใจมนุษย์ไม่ใช่ผ้าขาวที่ใส่สีอะไรลงไปก็จะกลายเป็นสีนั้นมนุษย์มีความนึกคิดมีอารมณ์มีจิตใจและความรู้สึกภายในที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอนก็ควรคำนึงถึงความแตกต่างภายในของมนุษย์ด้วยทฤษฎีปัญญานิยมทำให้ เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบในลักษณะสาขา (Branching)

3. ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้นมีลักษณะเป็นเหมือนโหมดหรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ในการที่มนุษย์จะเรียนรู้อะไรใหม่ๆนั้นมนุษย์จะนำความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม (Pre-existing knowledge) ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544, น. 105) ได้ให้นิยามความหมายของคำว่าโครงสร้างความรู้ ไว้ว่าเป็นโครงสร้างข้อมูลภายในสมองของมนุษย์ซึ่งรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัตถุลำดับเหตุการณ์นำไปสู่การรับรู้ข้อมูล (Perception)

4. ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive flexibility theory) เชื่อว่าความรู้แต่ละองค์ความรู้นั้นมีโครงสร้างที่แน่ชัดและสลับซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกันไป แนวคิดในเรื่องความยืดหยุ่นทางปัญญานี้ส่งผลให้เกิดความคิดในการออกแบบโปรแกรมบทเรียนเพื่อตอบสนองโครงสร้างขององค์ความรู้ที่แตกต่างกัน ได้แก่ แนวคิดเรื่องการออกแบบบทเรียนแบบสื่อหลายมิติ (Hypermedia)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ สรุปได้ว่า ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้องของมนุษย์ เกิดจากการที่มนุษย์ให้ความสนใจกับสิ่งเร้า และตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆนั้นอย่างถูกต้อง การจดจำการเรียนเพื่อที่จะช่วยในการจัดเก็บหรือบันทึกสิ่งต่างๆนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นผู้สร้างบทเรียนตองออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์สำคัญที่ที่ช่วยในการจำได้ดี 2 ประการคือหลักในการจัดระเบียบหรือโครงสร้างและหลักในการทำซ้ำการที่มนุษย์จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้นั้น มนุษย์จะต้องผ่านขั้นตอนในการนำสิ่งที่มนุษย์รับรู้มาตีความและบูรณาการให้เข้ากับประสบการณ์และความรู้ในโลกปัจจุบันของมนุษย์เองมีความกระตือรือร้นในการเรียน รวมถึงความแตกต่างรายบุคคล นักเรียนแต่ละคนมีความเร็ว - ช้าในการเรียนแตกต่างกันไป นักเรียนบางคนจะเรียนได้ดีจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์บางประเภท การออกแบบให้บทเรียนมีความยืดหยุ่น เพื่อที่จะตอบสนองความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละคนได้เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนการสอน

2.3.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เนตินัย จีนสกุล (2551, น. 36-37) ได้กล่าวถึงประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ว่า จำแนกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. การจำลองสถานการณ์ทางกายภาพ (Physical simulations) การจำลองทางกายภาพส่วนใหญ่ จะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อจำลองสภาพการทำงานของเครื่องจักร เครื่องมือ หรือกลไกต่าง ๆ ได้แก่ การจำลองรูปร่าง มิติ ขนาด ส่วนประกอบ ลักษณะการทำงาน เป็นต้น ซึ่งสภาพจริงเหล่านั้นยากหรือซับซ้อนเกินกวาที่จะเรียนรู้ได้โดยตรง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองทางกายภาพ จึงออกแบบขึ้นมาโดยจำลองจากสภาพจริงเหล่านั้น โดยตัดทอนรายละเอียดต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็นทิ้งไปแล้วนำเสนอกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับสภาพจริงเพื่อให้นักเรียนศึกษาได้อย่างสะดวก แทนที่จะไปศึกษาโดยตรงจากสภาพจริงที่มีความซับซ้อนมากกว่าหรือไม่สามารถเข้าไปศึกษาได้

2. การจำลองสถานการณ์ของขั้นตอนการทำงาน (Procedural Simulation) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ เน้นการเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนในกระบวนการการทำงานหรือการดำเนินการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์ปลายทาง เพื่อเน้นทักษะหรือการกระทำที่จำเป็นต่อการดำเนินการในแต่ละขั้นตอน เนื้อหาของบทเรียนประเภทนี้จึงเกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนใหญ่

3. การจำลองสถานการณ์ของเหตุการณ์ (Situation Simulation) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะเกี่ยวข้องกับทัศนคติ ความคิดเห็น และพฤติกรรมของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนค้นหาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการใช้วิธีที่แตกต่างกันในเหตุการณ์หนึ่งๆ หรือให้นักเรียนแสดงบทบาท (Role Play) ที่แตกต่างกัน นักเรียนอาจเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์นั้นโดยเล่นเป็นบทบาทหนึ่ง โดยมีนักเรียนคนอื่นเล่นในบทบาทตรงกันข้ามในเหตุการณ์เดียวกันหรืออาจให้คอมพิวเตอร์เล่นบทบาทของฝ่ายตรงกันข้ามก็ได้วัตถุประสงค์ที่แท้จริงของบทเรียนประเภทนี้ ก็เพื่อทดลองการกระทำบางอย่างหรือการตัดสินใจบางเรื่องสภาพจริงอาจจะไม่เกิดขึ้น แต่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากสภาพการจำลองว่าจะเป็นอย่างไรถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ รวมทั้งความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการเรียนรู้อีกลักษณะหนึ่ง

4. การจำลองสถานการณ์ของกระบวนการ (Process Simulation) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ประเภทนี้ จะแตกต่างจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 ประเภทที่ได้กล่าวมาแล้ว กล่าวคือ บทเรียนประเภทนี้นักเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จะไม่มีส่วนร่วมในเหตุการณ์ บทบาทจะเป็นแต่เพียงผู้สังเกตกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น การเรียนเกิดขึ้นโดยการเลือกค่าขององค์ประกอบหรือพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น ซึ่งจะส่งผลให้เหตุการณ์นั้น ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามค่าขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องที่นักเรียนส่งค่าไป

Wellington (2000, p. 201) ได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองตามชนิดของสิ่งที่จำลอง ซึ่งแบ่งได้ 4 ประเภท ได้แก่

1. การจำลองกิจกรรมในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (Direct copies of existing laboratory activities) เช่น การไตรเตรท (Titrations) เป็นต้น

2. การจำลองของกระบวนการในอุตสาหกรรม (Simulations of industrial processes) เช่น กระบวนการผลิตกรดซัลฟิวริก หรือการสร้างสะพาน เป็นต้น

3. การจำลองกระบวนการต่างๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง (Simulation of processes) ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

3.1 กระบวนการที่เป็นอันตรายมาก (Too Dangerous)

3.2 กระบวนการที่เกิดขึ้นช้าเกินไป (Too Slow) เช่น วิวัฒนาการ (Evolution) การเติบโตของประชากร (Population Growth) และระบบนิเวศน์ชนิดต่างๆ (Ecosystems) เป็นต้น

3.3 กระบวนการที่เกิดขึ้นรวดเร็วเกินไป (Too Fast) เช่น การชนกัน (Collisions) เป็นต้น

3.4 กระบวนการที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างสะดวกหรือมีขนาดเล็กเกินไป (Too Small) เช่น การเปลี่ยนชั้นของอะตอม (Sub-Atomic Changes) เป็นต้น

4. การจำลองสิ่งที่ไม่มีอยู่จริง (Simulations involving non-existent entitles) เช่น แก๊สในอุดมคติ (Ideal gases) พื้นผิวที่ไร้แรงเสียดทาน (Frictionless surfaces) และ วัตถุที่มีความยืดหยุ่นสมบูรณ์ (Perfectly elastic objects) เป็นต้น

5. การจำลองแบบจำลองหรือทฤษฎี (Simulation of models or theories) เช่น ทฤษฎีจลน์ (Kinetic theory) หรือแบบจำลองคลื่นแสง (The wave model of light) เป็นต้น

Heinich, et al. (1999, pp. 211-213) ได้แบ่งคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือการจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมายและการจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมาย เป็นการจำลองที่เน้น การอธิบายความหมายเกี่ยวกับวัตถุใดวัตถุหนึ่ง แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งหรือกระบวนการใด กระบวนการหนึ่ง ซึ่งเป็นการจำลองซึ่งตอบคำถามว่า “คืออะไร” นั่นเอง การจำลองซึ่งตอบคำถาม เกี่ยวกับความหมาย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นี้ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทย่อยๆ ได้แก่ การจำลองกายภาพ (Physical Simulation) และการจำลองกระบวนการ (Process Simulation)

1.1 การจำลองกายภาพ (Physical Simulation) เป็นการจำลองที่อธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งที่สามารถสังเกตเห็นได้ เช่น ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น เป็นต้น นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะ ของการกำหนดค่าของตัวแปรต้นที่ส่งผลต่อเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือจากการสังเกต การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสถานการณ์ตามเวลาที่ล่วงเลยไป ตัวอย่างการจำลองทางกายภาพ คือ การสอนที่เกี่ยวกับโครงการประชาร่วมใจประหยัดไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งทำการสอน เกี่ยวกับการกำเนิดไฟฟ้าโดยมีการนำเสนอในลักษณะการจำลองกายภาพ และให้นักเรียนกำหนดตัวแปรต่างๆ ได้ เช่น กำหนดจำนวนรอบของขดลวดที่พันรอบโรเตอร์ซึ่งมีผลต่อการเกิดพลังงาน ไฟฟ้า

1.2 การจำลองกระบวนการ (Process Simulation) เป็นการอธิบาย เนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการหรือแนวคิดที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ตัวอย่างเช่น การทำงาน ทางด้านเศรษฐกิจ ผลกระทบของอุปสงค์และอุปทานต่อการตั้งราคา การเติบโตและลดลงของ ประชากร เป็นต้น ข้อได้เปรียบของการจำลองกระบวนการ คือช่วยให้นักเรียนสามารถปรับระดับ ความเร็วช้าของกระบวนการที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ให้ได้ระดับและสามารถสังเกตได้ชัดเจนซึ่งการ ทำเช่นนี้ย่อมเป็นไปไม่ได้ในสถานการณ์จริง ไม่ว่าจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนตามไม่ทัน เช่น การ เคลื่อนที่ของอิเลคตรอน แสง หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เช่น การเจริญเติบโตของต้นไม้หรือสิ่งมีชีวิตบางชนิด เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความคล้ายคลึงของการจำลองกระบวนการและการจำลองกายภาพ ได้แก่ ประการที่ 1 เป็นการจำลองที่มุ่งเน้นในการอธิบายความหมายเกี่ยวกับวัตถุใดวัตถุหนึ่ง แนวคิดใดแนวคิดหนึ่ง หรือกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ประการที่ 2 การเรียนรู้ของนักเรียนจะ เกิดจากการกำหนดค่าหรือปริมาณของตัวแปรต่างๆ ซึ่งนักเรียนสามารถจะเปลี่ยนค่าตัวเลขใหม่ ให้กับตัวแปรต่างๆ ได้ รวมทั้งการสังเกตผลลัพธ์ที่เปลี่ยนไปตามค่าที่กำหนด

2. การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการ เป็นการจำลองที่มุ่งเน้นในการอธิบายวิธีการในการจัดการกับวัตถุใดวัตถุหนึ่ง แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งหรือกระบวนการใด กระบวนการหนึ่ง ซึ่งเป็นการจำลองซึ่งตอบคำถามว่า “ทำอย่างไร” นั่นเอง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การจำลองขั้นตอน (Procedural Simulation) และการจำลองสถานการณ์ (Situational Simulation)

2.1 การจำลองขั้นตอน (Procedural Simulation) จะอธิบายลำดับของวิธีการในการจัดการกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความแตกต่างของการจำลองขั้นตอนกับการจำลองกายภาพคือการ

จำลองขั้นตอนเน้นในการสอนนักเรียนให้ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่นการสอนนักเรียนในการใช้โทรศัพท์ หรือการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ในขณะที่การจำลองกายภาพเน้นการสอนให้นักเรียนได้รู้ เกี่ยวกับการทำงานของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ชิ้นส่วนภายในของเครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานอย่างไร เป็นต้น ตัวอย่างได้แก่การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การจำลองในการสอนการวินิจฉัยโรคของ ผู้ป่วยเพื่อให้นักเรียนแพทย์สามารถให้การช่วยเหลือคนไข้ได้ถูกต้อง เป็นต้น การจำลองขั้นตอน จะเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการสำรวจวิธีการหรือขั้นตอนต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับการตัดสินใจที่แตกต่างกัน นักเรียนจะเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งบทเรียนจะมีการนำเสนอวิธีการหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่นำไปสู่เป้าหมาย อย่างไรก็ตาม การนำเสนอวิธีการหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้นอาจมีได้หลายทางซึ่งแต่ละทางอาจมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันออกไป

2.2 การจำลองสถานการณ์ (Situational Simulation) มุ่งเน้นด้าน แนวคิด เจตคติหรือพฤติกรรมต่างๆ มากกว่าขั้นตอนหรือวิธีการในการจัดการกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ปกติแล้วการจำลองสถานการณ์จะนำเสนอสถานการณ์ที่นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการตัดสิน หรือ นักเรียนต้องเล่นบทบาทสำคัญในการตัดสินใจในสถานการณ์นั้น ตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ช่วย สอนประเภทการจำลองสำหรับนิสิตหรือนักศึกษาฝึกสอน โดยมีการจำลองปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับ การควบคุมชั้นเรียนที่ยากต่อการตัดสินใจ เพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับเหตุการณ์ ข้อดีของการใช้การ จำลองสถานการณ์ก็คือ การที่นักเรียนสามารถทดลองตัดสินใจด้วยตนเองได้ในหลาย ๆ ลักษณะ และศึกษาผลที่ได้จากการตัดสินใจนั้นๆ ก่อนที่จะเผชิญกับเหตุการณ์จริง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากที่กล่าวมา สรุปถึงประเภทของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ในที่นี้จะพูดถึงประเภทของคอมพิวเตอร์จำองสถานการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นการจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมาย

1. การจำลองกายภาพ เป็นการจำลองที่อธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งที่สามารถสังเกตเห็นได้

2. การจำลองกระบวนการ เป็นการอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการหรือแนวคิดที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ และ การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการ เป็นการจำลองที่มุ่งเน้นในการอธิบายวิธีการในการจัดการกับวัตถุใดวัตถุหนึ่ง แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งหรือกระบวนการใด กระบวนการหนึ่ง

3. การจำลองขั้นตอน จะอธิบายลำดับของวิธีการในการจัดการกับสิ่งหนึ่งมีการให้นักเรียนให้ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา

4. การจำลองสถานการณ์ เน้นด้าน แนวคิด เจตคติหรือพฤติกรรมต่างๆ มากกว่าขั้นตอนหรือวิธีการในการจัดการกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ปกติแล้วการจำลองสถานการณ์จะนำเสนอสถานการณ์ที่นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการตัดสิน หรือ นักเรียนต้องเล่นบทบาทสำคัญในการตัดสินใจในสถานการณ์นั้น

2.3.4 ข้อดีของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541, น. 97) ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ว่า

1. ช่วยลดความเสี่ยงจากอันตรายที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้สถานการณ์จริงบางอย่าง
2. ช่วยลดค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนที่ใช้ของจริง
3. ทำให้การเรียนการสอนในเรื่องต่าง ๆ ที่ยากแก่การสังเกตหรือมีข้อจำกัดในเรื่องเวลา
4. ช่วยถ่ายโอนความรู้หรือความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ทักษะหรือความรู้ที่เรียนจากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้เป็นอย่างดี เพราะการได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์จำลองจะช่วยสร้างความพร้อมให้แก่นักเรียนก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง

Rasch (1988, pp. 23-28) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ดังนี้

1. การที่คอมพิวเตอร์ถูกใช้ในการฝึกสถานการณ์จำลอง ก็เนื่องจากสถานการณ์จริงมีความยุ่งยากในทางปฏิบัติ มีอันตราย เสียค่าใช้จ่ายมาก ไม่คุ้มค่าในการฝึก ต้องใช้เวลามากกำหนดวิธีการในการฝึกยาก การใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์จะช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สามารถแสดงกระบวนการคิดเพื่อนำไปใช้ เมื่อนักเรียนได้กระทำอย่างต่อเนื่องจนได้เห็นผลของการตัดสินใจของเขาในขณะเดียวกันความเข้าใจกระบวนการที่เกิดขึ้นจะช่วยเพิ่มการตัดสินใจในการแก้ปัญหาของเขา

Romidzowski (1974, p. 174) ได้กล่าวถึงข้อดีของสถานการณ์จำลอง ไว้ดังนี้

1. สามารถทำให้นักเรียน เกิดประสบการณ์ทางการศึกษาใกล้เคียงกับ ความเป็นจริงมากที่สุด ภายในขอบเขตของงานที่นักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้

2. สามารถทำให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ จากสถานการณ์จำลองไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตจริงได้

3. ทำให้การเรียนการฝึกที่ยุ่งยาก สลับซับซ้อนง่ายต่อการเข้าใจและสร้างประสบการณ์คล้ายประสบการณ์จริง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. สามารถลดค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐกิจได้ เช่นอุปกรณ์การฝึกจริงมี ราคาแพง และชำรุดเสียหายได้ง่าย หรือสื่อของจริงต้องเดินทางไปศึกษาไกล ๆ ทำให้เสียค่า ใช้จ่ายมาก เช่น การเรียนภูมิศาสตร์ แก้ได้โดยการเรียนในห้องจำลองเกี่ยวกับภูมิศาสตร์แทน

5. ให้ความปลอดภัยแก่นักเรียน ในกรณีที่งานจริงมีอันตรายหรืองานยุ่งยากซับซ้อน เช่นการฝึกหัดขับเครื่องบิน การซ้อมรบ เป็นต้น

6. ให้นักเรียนรู้ได้นอกเหนือจากการเรียนทางด้านเทคนิคอย่างเดียว เช่น สามารถเรียนรู้ทางเชาว์ปัญญา และทางด้านอารมณ์ได้อีก เป็นต้น

7. สามารถทำให้ผู้ฝึกสถานการณ์จำลองเกิดแรงจูงใจในการเรียนได้

8. สถานการณ์จำลองสามารถใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ภายใต้เงื่อนไขการสร้างอย่างมีสมมุติฐาน การแก้ปัญหาและการสังเกตการประเมินผล และแก้ไขข้อบกพร่องและการสร้างการจำลองให้ได้ผลตามต้องการ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ข้อดีของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์คือ

1. ลดค่าใช้จ่ายในการทำอุปกรณ์การทดลองจริง

2. เพิ่มความปลอดภัยให้แก้นักเรียน และยังลดความยุ่งยากในห้องปฏิบัติการได้

3. ช่วยสร้างประสบการณ์ในการทำการทดลอง เพราะการได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์จำลองจะช่วยสร้างความพร้อมให้แก่นักเรียนก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง

ในครั้งนี้ผู้วิจัยนำโปรแกรมจำลองสถานการณ์ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบในขั้นตอนที่ 3 ขั้นค้นพบตัวเอง โดยใช้สื่อที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ใช้กระบวนการ ตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองที่ผู้สร้างไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ นำไปใช้ร่วมกับการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้แก่นักเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์

2.4.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

คณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551, น. 52) กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะข้อมูลหรือส่วนประกอบออกเป็นส่วนย่อย ๆ และตรวจสอบ หรือจัดโครงสร้างหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้ได้ความรู้ความเข้าใจ หาเหตุและผลของสิ่งที่เกิดขึ้น ใช้แก้ปัญหา ใช้ประเมินคำตัดสินใจ และสร้างสรรค์สิ่งใหม่

ณรงค์ กาญจนะ (2553, น. 8) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ โดยกล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ คือ การจำแนก แจกแจงองค์ประกอบ ของสิ่งต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเข้าด้วยกัน และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยไม่ด่วนสรุปทันทีและมีสมมติฐานที่ว่าทุกสิ่งที่เกิดขึ้นมานั้นย่อมมีที่มาที่ไปย่อมมีเหตุผลและองค์ประกอบย่อย ๆ ซ่อนอยู่ภายใน ซึ่งจะสอดคล้องหรือตรงกันข้ามกับสิ่งที่ปรากฏออกมาทำให้เราเข้าใจสิ่งเหล่านั้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรักษ์ (2553, น. 69) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ โดยการจำแนก แยกแยะเปรียบเทียบข้อมูล จัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นโดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้

ฆนัท ธาตุทอง (2554, น. 40) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึง การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้นสรุปตัดสินได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่มีความสามารถแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ ออกเป็นส่วนย่อยๆ หรือจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถตีความหรืออธิบายสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง หรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้ จนกระทั่งสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 8) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ช่วยให้ค้นพบข้อเท็จจริง หรือข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆโดยใช้เครื่องมือช่วยในการคิดวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูล ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งการคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ เราไม่สามารถที่จะวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้หากไม่เริ่มด้วยการทำความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ เริ่มแรกคือเราต้องทำการพิจารณาข้อมูลที่ได้รับด้วยการตีความเกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินการตีความย่อมแตกต่างกันไปตามความรู้ ประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล เช่น การตีความจากความรู้ ประสบการณ์ข้อเขียน

2. ความรู้ความเข้าใจเรื่องที่จะวิเคราะห์ การที่จะวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้ง 3 นี้ร่วมด้วย คือ ต้องเป็นคนช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติ ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัยเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยไป แต่หยุดพิจารณา และต้องเป็นคนช่างถาม ชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบข้างเพื่อนำไปคิดต่อ การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดวิเคราะห์ต้องมีความสามารถในการใช้เหตุผลจำแนกสิ่งที่เป็นความจริงและเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 17) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่า วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551, น. 52) กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ มีดังนี้

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นกับความรู้และประสบการณ์และค่านิยม

2. การมีความรู้ความเข้าใจเรื่องที่จะวิเคราะห์

3. การช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์ จะยึดหลัก 5W1H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) เพราะเหตุใด (Why) อย่างไร (How)

4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้อง เมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบอย่างไร มีองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้ได้อย่างไร มีแนวทางแก้ปัญหาอย่างไรบ่าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต ลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ มีดังนี้

1. การตีความ ทำความเข้าใจในเรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

2. มีความรู้ความเข้าในในเรื่องที่จะวิเคราะห์ รู้ถึงหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ กำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์

3. สังเกต ซักถาม เพื่อค้นหาความจริง และพิจารณาองค์ประกอบตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ได้ให้ขอบเขตไว้ โดยการตั้งคำถามเพื่อให้ได้มาซึ่งความจริงของเราที่ต้องการวิเคราะห์

4. หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลว่า สิ่งใดเป็นเหตุให้เกิดคำตอบนั้นมีความเชื่อโยงกันอย่างไร มีขึ้นตอนอย่างไร แล้วทำการรวบรวมประเด็นเพื่อหาข้อสรุปต่อไป

2.4.3 ลักษณะที่สำคัญของการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 23) ได้จำแนกลักษณะของการคิดวิเคราะห์เป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข่าว ข้อความหรือเหตุการณ์ เช่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.1 ส่วนประกอบของพืชมีอะไรบ้าง

1.2 อะไรเป็นสาเหตุสำคัญของการระบาดของไข้หวัดนกในประเทศไทย

1.3 อะไรเป็นสาเหตุให้นักเรียนอาชีวศึกษายกพวกตีกัน

1.4 สาระสำคัญของการปฏิรูปการเรียนรู้คืออะไร เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล ความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง เช่น

2.1 การที่ครอบครัวมีปัญหาส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนอย่างไร

2.2 การเกิดภัยธรรมชาติ มีส่วนสัมพันธ์กับระบบนิเวศอย่างไร

2.3 การพัฒนาประเทศกับการศึกษา มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยหลักการใด เช่น การให้นักเรียนค้นหาหลักการของเรื่องประเด็นสำคัญของเรื่องเทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน เช่น

3.1 หลักการสำคัญของศาสนาพุทธ ได้แก่อะไร

3.2 หลักการมีส่วนร่วม ได้แก่อะไร

3.3 หลักการที่เน้นการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ ได้แก่อะไร

3.4 ความมุ่งหมายในการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ประกอบด้วยอะไรบ้าง

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, น. 15-16) กล่าวถึง ลักษณะของการคิดวิเคราะห์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นการคิดวิเคราะห์แตกต่างไปตามทฤษฎี การเรียนรู้ โดยทั่วไปสามารถแยกแยะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การสังเกต จากการสังเกตข้อมูลมาก ๆ สามารถสร้างเป็นข้อเท็จจริงได้

2. ข้อเท็จจริง จากกการรวบรวมข้อเท็จจริง และการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงบางอย่างที่ขาดหายไป สามารถทำให้มีการตีความได้

3. การตีความ เป็นการทดสอบความเที่ยงตรงของการอ้างอิง จึงทำให้เกิดการตั้งข้อตกลงเบื้องต้น

4. การตั้งข้อตกลงเบื้องต้นทำให้สามารถมีความคิดเห็น

5. ความคิดเห็นเป็นการแสดงความคิดจะต้องมีหลักและเหตุผลเพื่อพัฒนาข้อวิเคราะห์ นอกจากนั้นยังเป็นกระบวนการที่อาศัยองค์ประกอบเบื้องต้นทุกอย่างร่วมกัน โดยทั่วไปนักเรียน จะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและข้อเท็จจริง หากนักเรียนเข้าใจถึงความแตกต่างก็จะทำให้นักเรียนเริ่มพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

Bloom, et al. (1976, pp. 148-150) ได้สรุปการแบ่งองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์เป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสามารถแยกเป็นส่วนย่อยได้ ข้อความบางข้อความอาจเป็นจริง บางข้อความอาจเป็นค่านิยมและบางข้อความเป็นความคิดของผู้เขียนซึ่งการคิดวิเคราะห์เนื้อหาประกอบด้วย

1.1 ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ ในข้อมูล

1.2 การแยกแยะความจริงออกจากสมมติฐาน

1.3 ความสามารถในการแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.4 ความสามารถในการบอกถึงแรงจูงใจแลพการพิจารณาพฤติกรรมของบุคคลและของกลุ่ม

1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปจากข้อความปลีกย่อย

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลัก ๆ ได้ ทั้งความสัมพันธ์ของสมมติฐานและความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป และยังรวมไปถึงความสัมพันธ์ในชนิดของหลักฐานที่นำมาแสดงด้วย ในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์สามารถแยกแยะได้ดังนี้

2.1 ความเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดในบทความและข้อความ

2.2 ความสามารถในการระลึกได้ว่าสิ่งใดเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจนั้น

2.3 ความสามารถในการแยกแยะความจริง หรือสมมติฐานที่เป็นความสำคัญหรือข้อโต้แย้งที่นำมาสนับสนุนข้อสมมติฐานนั้น ๆ

2.4 ความสามารถในการตรวจสอบข้อสมมติฐานที่ได้มา

2.5 ความสามารถในการแยกแยะความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลจากความสัมพันธ์อื่น ๆ

2.6 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขัดแย้ง แบ่งแยกสิ่งที่ตรงและไม่ตรงกับข้อมูล

2.7 ความสามารถในการสืบหาความจริงของข้อมูล

2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ และแยกรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญได้

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างและหลักการในการคิดวิเคราะห์หลักการนี้ จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์และมโนทัศน์ ซึ่งการวิเคราะห์หลักการสามารถแยกแยะได้ดังนี้

3.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อความ และความหมายขององค์ประกอบต่าง ๆ

3.2 ความสามารถวิเคราะห์รูปแบบในการเขียน

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดประสงค์ ความเห็น หรือลักษณะการคิดความรู้สึกที่มีในงานของผู้เขียน

3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เขียนในด้านต่าง ๆ

3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์เทคนิคโฆษณาชวนเชื่อ

3.6 ความสามารถในการรู้แง่คิดและทัศนคติของผู้เขียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การวิเคราะห์นั้น จะต้องกำหนดสิ่งที่จะต้องวิเคราะห์ กำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการจะวิเคราะห์ แล้วจึงวิเคราะห์อย่างมีหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธีการพิจารณาแยกแยะ เทคนิค วิธีการในการวิเคราะห์ เพื่อรวบรวมประเด็นสำคัญหาคำตอบให้กับคำถาม โดยมีลักษณะของการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์ความสำคัญและวิเคราะห์หลักการของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

1. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้แก่ การเชื่อมโยงข้อมูล ตรวจสอบแนวคิดสำคัญและความเป็นเหตุเป็นผล แล้วนำมาหาความสัมพันธ์และข้อขัดแย้งในแต่ละสถานการณ์ได้

2. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญได้แก่ การจำแนกแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและสมมติฐานแล้วนำมาสรุปความได้

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ ได้แก่ การวิเคราะห์รูปแบบ โครงสร้าง เทคนิควิธีการและการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด โดยสามารถแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและทัศนคติของผู้เขียนได้

2.4.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

Piaget (1964, pp. 170 - 186) แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้น สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นการรับรู้ประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) อายุประมาณ 0-2 ปี เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เด็กจะสนใจสิ่งต่าง ๆ และจะ เลียนแบบในสิ่งที่พบเห็น ในตอนปลาย ๆ ของขั้นนี้ เด็กทำสิ่งต่าง ๆ ซ้ำ ๆ ด้วยวิธีต่าง ๆ ที่แปลก ออกไป และเริ่มสร้างภาพความคิดในใจ

2. ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (Preoperational Stage) เด็กจะมีอายุ 2-7 ปี เด็กในวัยนี้ จะพัฒนาการทางภาษา และการใช้ภาษาก้าวหน้ารวดเร็วมาก เด็กจะเริ่มมีจิตนาการเลียนแบบได้ โดยไม่ต้องเห็นแม่แบบ ชอบเล่นสมมติ ใช้สิ่งหนึ่งแทนสิ่งที่เป็นจริง อย่างไรก็ตาม เด็กในระยะนี้ ยังมีขีดจำกัดในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เนื่องจากมีลักษณะที่ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางสูง มีการรับรู้แบบ มุ่งสู่ศูนย์กลาง ใส่ใจเฉพาะสภาวะที่ปรากฏโดยไม่ใส่ใจกระบวนการก่อนที่จะเกิดผล หรือสภาวะ นั้นและยังไม่อาจคิดย้อนกลับได้

3. ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อายุประมาณ 7-11 ปี เป็นขั้นที่เด็กสามารถคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์ และภาษา การสร้างภาพแทนในใจได้ การคิดแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลางลดน้อยลง แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ คิดย้อนกลับได้รวมทั้งจัดประเภทสิ่งของ ตลอดจนเข้าใจเรื่องการเปรียบเทียบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operation Stage) อายุประมาณ 1 ปี ขึ้นไป ขั้นนี้เด็กจะมีความสามารถคิดแก้ปัญหา หรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลตามหลักตรรกศาสตร์และสามารถคิดสมมติฐานหรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล และสรุปเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้น ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีของเพียเจท์ (Piaget) อธิบายพัฒนาการคิด จากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่ง โดยอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ การเจริญเติบโตของร่างกาย วุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง ประสบการณ์ทางสังคม และสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว ขั้นพัฒนาของการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น ซึ่งพัฒนาการในขั้นต้น จะเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการในขั้นสูง และพัฒนาการของการคิดแต่ละคนมีลักษณะเดียวกัน แต่จะแตกต่างกัน ในด้านความเร็วในการเกิดของแต่ละระดับของพัฒนาการ

Bloom (1956, pp. 6-9, 201-207) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านจิตพิสัยและด้านทักษะพิสัยของบุคคล โดย บลูมได้จำแนกระดับความรู้ ความ สามารถในการเรียนรู้ไว้เป็น 6 ระดับ ซึ่งแต่ละระดับมีความลุ่มลึกและซับซ้อนแตกต่างกัน (Marzano, 2001, pp. 5-9) ได้แก่

ระดับที่ 1 ระดับความรู้ความจำ (Knowledge) ประกอบด้วยความรู้เฉพาะในเนื้อหา เช่นความรู้ในศัพท์ที่ใช้และความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ ความรู้ในวิธีดำเนินการ เช่น ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น ความรู้ เกี่ยวกับการจัดจำแนกประเภท ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ต่างๆและความรู้เกี่ยวกับวิธีการ ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง เช่น ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายความ และ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehensive) ได้แก่ การแปลความ การตีความและการขยายความ

ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ หรือการ ประยุกต์ (Application) เป็นความสามารถในการความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยสามารถแสดงได้ สาธิตได้

ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วย การวิเคราะห์ส่วนประกอบ

ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) แยกเป็น การสังเคราะห์ การสื่อความหมาย การสังเคราะห์แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

ระดับที่ 6 ระดับการประเมินค่า (Evaluation) แยกเป็นการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก การที่บุคคลจะมี ทักษะในการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แก้ปัญหาและการตัดสินใจ บุคคลนั้นจะต้องสามารถวิเคราะห์และเข้าใจ สถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้

Marzano (2001, p. 29) ได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษา รูปแบบใหม่ (A New Taxonomy of Educational Objectives) ประกอบด้วย ระบบความรู้ ความคิด 3 ประการ (Three system of thinking) ได้แก่ ระบบตนเอง (Self-system) ระบบรู้คิด (Metacognitive-system) และระบบสติปัญญา (Cognitive system) ลำดับขั้นตอนของความรู้เป็น 6 ระดับเช่นเดียวกัน (Six level of taxonomy) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม ขั้นฟื้นฟูความรู้ (Retrieval) เป็นขั้นตอนการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้ การรวบรวมความรู้และข้อมูล ทั้งหมดที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ทำให้ข้อมูลมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยไม่นำข้อมูลความรู้มาเพียงส่วนเดียว ซึ่งต้องอาศัยความรู้ ความจำเป็นพื้นฐาน เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำถาวรสู่การนำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้นั้น

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ (Comprehension) เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการแปลความรู้ไปสู่รูปแบบที่เหมาะสม โดยอาศัยการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้นั้นโดยเข้าใจประเด็นสำคัญ แล้วนำไปสู่กระบวนการในแปลงความรู้จากการสังเคราะห์และนำเสนอความรู้นั้นอย่างสัมพันธ์กัน ขั้นเข้าใจจึงเป็นการกลั่นกรองความรู้ให้ลงไปสู่ข้อสรุปอย่างเป็นหลักการใหญ่ โดย ถาวรลบหรือตัดสิ่งหรือเรื่องราวที่ไม่จำเป็นออกไป รวมทั้งการสร้างตัวอย่าง การอ้างอิงไปใช้และการสร้างข้อเสนอใหม่

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) ตามแนวคิดใหม่นี้ เป็นการใช้เหตุผลและความละเอียดถี่ถ้วนในการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการ การจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ข้อ ผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้ และการคาดการณ์ผล ที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 การนำไปใช้ (Knowledge utilization) เป็นการใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ สรุปสู่หลักการในสถานการณ์ใหม่ๆให้เป็นประโยชน์ได้ เป็นการสามารถในการรู้จักเลือกคำตอบและเห็นคุณค่าสรุปความเป็นไปได้ และเสนอทางเลือกอย่างมีเหตุผล ซึ่งต้องใช้กระบวนการตัดสินใจ การแก้ไขปัญหา การ สำรวจทดลอง การสืบเสาะสืบสวนความรู้

ระดับที่ 5 การรู้คิด (Metacognition) เป็นการรู้คิดอย่างมีสติ โดยการรู้จักจัด ระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ การกำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้ และการจัดขอบเขต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเรียนรู้เป็นการรู้คิดอย่างมีสติ ด้วยกระบวนการไตร่ตรอง สังเกต เฝ้าดู ตรวจสอบและการประเมินผลอย่างรอบคอบ สามารถบูรณาการความรู้

ระดับที่ 6 การจัดระบบความคิดด้วยตนเอง (Self-system thinking) เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อการเรียนรู้และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี เป็นการรู้คิดจากการนำความรู้ข้อมูลมาพิจารณาโดยสามารถตรวจสอบความรู้ ตรวจสอบประสิทธิภาพของ ความรู้ รวมทั้งตรวจสอบความต้องการและแรงจูงใจของตนเอง มาพิจารณาประกอบในการเรียนรู้

จากทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า พัฒนาการของการคิดของเด็กเป็นการพัฒนาจากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่งอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ การเจริญเติบโตของร่างกายและวุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายและทางสมอง ประสบการณ์ทางสังคมและสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว ขั้นพัฒนาของการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น ซึ่งพัฒนาการในขั้นต้นเป็นพื้นฐานของพัฒนาการในขั้นสูงและพัฒนาการของการคิดแต่ละคนมีลักษณะเดียวกัน แต่แตกต่างกันในด้านอัตราความเร็วในการเกิดของแต่ละระดับของการพัฒนา

2.2.4 กระบวนการคิดวิเคราะห์

วินิช สุธารัตน์ (2544, น. 66-68) กล่าวไว้ว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นการแสดงให้เห็นจุดเริ่มต้น สิ่งที่สืบเนื่องหรือเชื่อมโยงสัมพันธ์กันในระบบคิดและจุดสิ้นสุดของการคิด โดยมีกระบวนการคิดวิเคราะห์ มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบเรื่องความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง รวมทั้งเทคนิคการตั้งคำถามและต้องเข้าไปเกี่ยวข้องทุก ๆ ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ผู้ที่จะทำการคิดวิเคราะห์จะต้องทำความเข้าใจปัญหาอย่างกระจ่างแจ้ง ด้วยการตั้งคำถามหลาย ๆ คำถาม เพื่อให้เข้าใจปัญหาต่าง ๆ ที่กำลังเผชิญอยู่นั้นอย่างดีที่สุด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในขั้นนี้ผู้จะทำการคิดวิเคราะห์ต้องรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากการสังเกต จากการอ่าน จากข้อมูลการประชุม จากข้อเขียน บันทึกการประชุม บทความ จากการสัมภาษณ์ การวิจัยและอื่น ๆ การเก็บข้อมูลที่สมบูรณ์ ชัดเจนและมีความเที่ยงตรง

ขั้นที่ 3 พิจารณาความน่าเชื่อถือ หมายถึง ผู้ที่คิดวิเคราะห์ พิจารณาความถูกต้องเที่ยงตรงของสิ่งที่นำมาอ้าง รวมทั้งการประเมินความพอเพียงของข้อมูลที่นำมาใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นที่ 4 การจัดข้อมูลเข้าเป็นระบบ เป็นขั้นที่ผู้คิดจะสร้างความคิด ความคิดรวบยอดหรือสร้างหลักการขึ้นให้ได้ ด้วยการเริ่มต้นจากระบุลักษณะของข้อมูล แยกแยะข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็นจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลเข้าเป็นระบบและกำหนดข้อสันนิษฐานเบื้องต้น

ขั้นที่ 5 ตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่นักคิดวิเคราะห์จะต้องนำข้อมูลที่จัดระบบระเบียบแล้วมาตั้งเป็นสมมติฐานเพื่อกำหนดขอบเขต และการหาข้อสรุปของข้อคำถามหรือปัญหาที่กำหนดไว้ซึ่งต้องอาศัยความคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงของเหตุผลอย่างถูกต้อง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะต้องมีความชัดเจนและมาจากข้อมูลที่ถูกต้องปราศจากอคติ หรือความลำเอียงของผู้ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 การสรุป เป็นขั้นตอนของการลงความเห็นหรือการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลกับผลอย่างแท้จริง ซึ่งผู้วิเคราะห์จะต้องเลือกพิจารณา เลือกวิธีที่เหมาะสมตามสภาพของข้อมูลที่ปรากฏโดยใช้เหตุผลทั้งทางตรรกศาสตร์ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และพิจารณาถึงความเป็นไปได้ตามสภาพที่เป็นจริงประกอบกัน

ขั้นที่ 7 การประเมินข้อสรุป เป็นขั้นสุดท้ายของการวิเคราะห์ เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุป และพิจารณาผลสืบเนื่องที่เกิดขึ้นต่อไป เช่น การนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง หรือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงๆ

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 18) อ้างถึงกระบวนการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังภาพประกอบต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พืช สัตว์ หิน ดิน รูปภาพ บทความ เรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์จากข่าว ของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นหรือข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถาม หรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือความสำคัญ เช่น ภาพนี้ บทความนี้ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์การหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผล อาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคลายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจ พิเคราะห์ทำการแยกแยะ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถามใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) และ อย่างไร (How)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญ เพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 49) กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดวิเคราะห์ระดับสูง การคิดจึงเป็นกระบวนการ ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่จะการวิเคราะห์ว่าจะวิเคราะห์เรื่องอะไร กำหนดขอบเขตและนิยามของสิ่งที่จะเกิดให้ชัดเจน เช่น จะวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อมหมายถึงปัญหาเกี่ยวข้องกับโรงเรียนของเรา

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ต้องการวิเคราะห์เพื่ออะไร เช่น เพื่อจัดอันดับ เพื่อหาเอกลักษณ์ เพื่อหาข้อสรุป เพื่อหาสาเหตุ เพื่อหาแนวทางแก้ไข

3. พิจารณาความรู้ ข้อมูล ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการคิดวิเคราะห์ว่าจะใช้หลักการใดเป็นเครื่องมือในการคิดวิเคราะห์และจะใช้หลักการความรู้นั้นว่า ควรใช้วิเคราะห์อย่างไร

4. สรุปและรายงานผลการคิดวิเคราะห์ให้เป็นระบบระเบียบชัดเจน

จากที่กล่าวมา สรุปกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่จะสามารถนำมาพัฒนาความคิดวิเคราะห์กับนักเรียนได้ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ และนิยามของสิ่งที่จะเกิดให้ชัดเจน เช่น จะวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อมหมาย

2. กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถาม หรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือความสำคัญ

3. กำหนดหลักการหรือหลักเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์การหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

4. พิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจ พิเคราะห์ทำการแยกแยะ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ

5. สรุปคำตอบ วิเคราะห์ เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุป และพิจารณาผลสืบเนื่องที่เกิดขึ้นต่อไป

2.4.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543, น. 149-154) ได้กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คือ การวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นสมรรถภาพด้านการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุผลละผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การคิดวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจและด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณาการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทมากที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถามเช่น ศีลห้าคือข้อใดสำคัญที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปมัย หรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญอะไรที่เกี่ยวพันกัน ตัวอย่างคำถาม เช่น เหตุใดแสงจึงเร็วกว่าเสียง

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, น. 31) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต้องประกอบด้วยทักษะการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ทักษะการระบุองค์ประกอบสำคัญหรือลักษณะเฉพาะ

2. ทักษะการระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและแบบแผนขององค์ประกอบเหล่านั้น

3. ทักษะการจับใจความสำคัญ

4. ทักษะการค้นหาและระบุความผิดพลาด

ฆนัท ธาตุทอง (2554, น. 40) กล่าวถึงตัวบ่งชี้ที่จะแสดงว่าบุคคลมีการคิดวิเคราะห์ไว้ดังต่อไปนี้

1. สามารถแยกแยะส่วนประกอบต่าง ๆ ได้

2. สามารถแจกแจงรายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ได้

3. สามารถนำ เสนอข้อมูลการวิเคราะห์ให้เข้าใจได้ง่าย

4. สามารถตรวจสอบ จัดโครงสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบใหญ่องค์ประกอบย่อยได้

5. นำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์ และนำไปใช้ประโยชน์ได้

Bloom (1956, pp. 201-207) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องพิจารณาทั้ง 3 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เปิดการถามให้ค้นหามูลเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวนั้นๆ โดยใช้ทักษะวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นคำอนุมานหรือสมมติฐานวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็น คำสรุปหรือคำอ้างอิงสนับสนุน วิเคราะห์ว่าข้อสรุปนั้นมีอะไรสนับสนุน วิเคราะห์หาข้อผิดพลาด

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ค้นคว้าว่าความสำคัญย่อย ๆ ของ เรื่องราวนั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร พาดพิงอย่างไร ยึดทฤษฎีอะไรเป็นหลัก โดยพิจารณาว่าอะไรเป็น สาเหตุสิ่งนั้น ๆ เรื่องนั้น สิ่งใดเป็นผลของการกระทำนั้น บุคคลหรือบทความนั้นยึดหลักทฤษฎีใด บทความนี้มีข้ออนุมานใด คำกล่าวขยายสนับสนุนหรือคัดค้านอะไร ข้อสรุปยึดเหตุผลข้อไหนของคู่ใด มีความสัมพันธ์กันมากน้อย ถ้าเกิดสิ่งนั้นสิ่งใดจะเกิดตามมายกเรื่องราวข้อเท็จจริงมาวิเคราะห์ว่า สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามให้ค้นว่าเรื่องราวนั้น ๆ อาศัยหลักการและระเบียบในการจัดโครงสร้างอย่างไร

Marzano (2001, pp. 71-83) กล่าวว่า การวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยทักษะการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการจับคู่ (Matching) เพื่อระบุความเหมือนและ ความแตกต่างของข้อมูล ด้านการจัดหมวดหมู่ (Classification) เพื่อจัดเรียงลำดับและจัดประเภทของ ข้อมูล ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) เพื่อบอกความเป็นเหตุเป็นผลและระบุ ข้อบกพร่องของข้อมูล ด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป (Generalizing) เพื่อสรุปข้อมูลต่างๆ อย่างมี เหตุผล และด้านการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ที่เฉพาะเจาะจง (Specifying) เพื่อคาดเดาเพื่อสรุปผลจาก ข้อมูล โดยอาศัยขอบเขตของความรู้ 3 ประการ คือ ด้านข้อมูล (Information) ด้านกระบวนการคิด (Mental Procedures) และด้านกระบวนการปฏิบัติ (Psychomotor Procedures)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดของบลูม (Bloom) ใช้แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก แบบกำหนดสถานการณ์มีคำถามที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และครอบคลุมเนื้อหาด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ประกอบไปด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการถามให้ค้นหามูลเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวนั้น ๆ โดยใช้ทักษะวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นคำอนุมานหรือสมมติฐานวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็น คำสรุปหรือคำอ้างอิงสนับสนุน วิเคราะห์ว่าข้อสรุปนั้นมีอะไรสนับสนุน วิเคราะห์หาข้อผิดพลาด

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ค้นคว้าว่าความสำคัญย่อยๆ ของเรื่องราวนั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร พาดพิงอย่างไร ยึดทฤษฎีอะไรเป็นหลัก โดยพิจารณาว่าอะไรเป็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สาเหตุสิ่งนั้นๆ เรื่องนั้น สิ่งใดเป็นผลของการกระทำนั้น บุคคลหรือบทความนั้นยึดหลักทฤษฎีใด บทความนี้มีข้ออนุมานใด คำกล่าวขยายสนับสนุนหรือคัดค้านอะไร ข้อสรุปยึดเหตุผลข้อไหนของคู่ใด มีความสัมพันธ์กันมากน้อย ถ้าเกิดสิ่งนั้นสิ่งใดจะเกิดตามมายกเรื่องราวข้อเท็จจริงมาวิเคราะห์ว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามให้ค้นว่าเรื่องราวนั้น ๆ อาศัยหลักการและระเบียบในการจัดโครงสร้างอย่างไร

2.5 ความคงทนในการเรียนรู้

2.5.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

บุญสิริ สุวรรณเพชร (2545, น. 280) ได้ให้ความหมายว่า ความคงทน ในการเรียนรู้ หมายถึง การวัดความรู้ในแง่ของปริมาณการจำได้ หรือสิ่งที่ยังคงเหลืออยู่ที่เป็น ผลลัพธ์ของประสบการณ์การการเรียนรู้

สุเทพ แปลงทับ (2546, น. 64) กล่าว ความคงทนในการเรียนรู้ว่า หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลของการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมา หลังจากที่ได้ทิ้งไว้ระยะหนึ่ง หลาย ๆ วัน ค่อยประเมินผล ก็คือความคงทนในการจำ และในการประเมินผลของการเรียนรู้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแล้วหรือยัง หรือเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด

ชัยพร วิชชาวุธ (2550, น. 1) กล่าวถึง ความคงทนในการเรียนว่า (Retention) คือ การคงไว้ซึ่งผล การเรียน หรือความสามารถที่จะระลึกถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียนได้ หลังจากที่ได้ทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ความจำเป็นพฤติกรรมภายในซึ่งเกิดขึ้นภายในจิตใจ เช่นเดียวกับความรู้สึก การรับรู้ ความชอบ การจิตนาการ

สุภาพร หอมคำ (2556, น. 16) ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ คือ การคงไว้ของผลการเรียนรู้ หรือความสามารถที่ระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว หลังจากที่ได้ทิ้งระยะเวลาไว้แล้วระยะหนึ่ง แสดงว่า นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การที่คงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามมารถในการจดจำ และระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนผ่านมา หลังจากที่ได้ทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้ว แสดงว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้

2.5.2 การจำของความคงทนในการเรียนรู้

ศิลารัตน์ สุริยวงศ์ (2554, น. 25) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความจำว่าบุคคลใดมีความจำมากน้อยเพียงใด มีวิธีการทดสอบ 2 วิธี ได้แก่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. การจำได้ (Recognition) หมายถึง การจำได้ในสิ่งที่พบเห็น โดยการแสดงสิ่งของหรือเหตุการณ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ถูกทดสอบเคยประสบการณ์แล้ว ได้เห็นต่อหน้าผู้ถูกทดสอบก็จะเปรียบเทียบการรับรู้ของตนในอดีตและเลือกตอบตามความคิดเห็นหรือจะตอบว่าจำได้หรือไม่ได้เท่านั้น

2. การระลึก (Recall) ผู้ระลึกจะสร้างเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความจำอาจจะเขียนหรือเล่าในสิ่งที่เรียนรู้ผ่านไปแล้วโดยไม่ให้โอกาสทบทวนก่อนการทดสอบการทดสอบประเภทนี้มี 3 วิธีได้แก่

2.1 การระลึกเสรี (Free recall) เป็นการระลึกสิ่งเร้าใดๆ ก่อนหรือหลังก็ได้โดยไม่ต้องเรียงลำดับ

2.2 การระลึกตามลำดับ (Serial recall) เป็นการระลึกสิ่งเร้าตามลำดับ เช่น หมายเลขโทรศัพท์

2.3 การระลึกซ้ำ (Releaming) หมายถึง การทำซ้ำ ๆ หรือการเสนอสิ่งเร้าซ้ำๆ ในการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบนี้มักใช้วัดด้วยเวลาหรือจำนวนครั้ง

ชนาธิป พรกุล (2554, น. 71) กล่าวว่ากระบวนการจำ (Memory process) เป็นข้อมูลในหน่วยความจำระยะสั้น จะสูญหายเมื่อข้อมูลมีปริมาณมากเกินไปหรือเวลาผ่านไปนานแล้วจำเป็นต้องเรียนใหม่ แต่ถ้าข้อมูลในหน่วยความจำระยะยาวหายไปสามารถเรียกคืนได้เมื่อใช้วิธีการที่ถูกต้อง ดังนั้น การเรียกข้อมูลจากความจำระยะยาวจะประสบความสำเร็จเมื่อการเรียนครั้งแรกข้อมูลถูกเชื่อมโยง กับประสบการณ์เดิมและถูกจัดเก็บเป็นระเบียบ และยังกล่าวถึงวิธีทำให้ความรู้คงทนมีรายละเอียดดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ถามคำถามระดับเดียวกันกับที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้และต้องการทดสอบในข้อสอบ

2. ให้นักเรียนสรุปย่อคำบรรยายของครู

3. ให้นักเรียนจับคู่ทำการบ้านการอ่านโดยเปลี่ยนกันเป็นผู้สรุปและผู้อธิบายข้อความ

4. ท้ายชั่วโมงมีเวลาให้นักเรียนทบทวนบทเรียนเพิ่มเติมรายละเอียดจากที่จดบันทึกยกตัวอย่างหรือถามคำถามเพื่อนหรือครูเพื่อให้เข้าใจชัดเจน

5. ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามถามตัวเองเกี่ยวกับบทเรียนและตอบคำถามท้ายชั่วโมง 4 ข้อ ดังนี้

5.1 ประเด็นสำคัญของบทเรียนนี้คืออะไร

5.2 นักเรียนสนใจบทเรียนตอนใดมากที่สุด

5.3 เรื่องใดในบทเรียนน่าออกข้อสอบ

5.4 คำถามใดที่นักเรียนอยากถามครูมากที่สุด

สิริอร วิชชาวุธ และคณะ (2552, น. 138) ให้คำจำกัดความของการจำว่าเป็นความสามารถคงสิ่งที่เรียนรู้ได้และสามารถระลึกได้ การเรียนรู้ทุกอย่างต้องมีการคงสิ่งที่เรียนมาแล้วไว้บ้างเพราะ ถ้าเราลืมสิ่งที่เคยเรียนรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมาทั้งหมดจึงเหมือนกับว่าไม่มีการเรียนรู้เกิดขึ้น การที่เราคิดและหาเหตุผลต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะอาศัยข้อเท็จจริงที่เราจำได้ทั้งนั้น และการที่เราสามารถนำเหตุการณ์ในปัจจุบันต่อเนื่องกับเหตุการณ์ในอดีตและทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้นั้นก็เพราะมนุษย์สามารถจำได้นั่นเอง ซึ่งการที่เราสามารถจำเหตุการณ์และประสบการณ์ต่างๆที่เรารับรู้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมมาก โดยมีการแบ่งส่วนประกอบของความจำไว้ 4 ประการ ได้แก่

1. การเรียนรู้และประสบการณ์ต่างๆ เพื่อรับข้อมูลและข่าวสารต่างๆ
2. การเก็บ (Retention) สิ่งที่เรียนรู้และประสบการณ์ไว้
3. การที่สามารถระลึก (Recall) สิ่งที่เรียนรู้และประสบการณ์ไว้
4. การที่สามารถเลือกสิ่งที่เรียนรู้และประสบการณ์ที่มีไว้มาใช้ได้เหมาะสมกับเวลาและ สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังได้อธิบายกระบวนการพื้นฐานของความจำไว้ดังภาพที่ 2.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.1 กระบวนการพื้นฐานของความจำ. ปรับปรุงจาก *จิตวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 6), โดย สิริอร วิชชาวุธ และคณะผู้เขียน, 2552, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จากภาพที่ 2.1 กระบวนการพื้นฐานของความจำเริ่มจากการเข้ารหัสสิ่งที่เรียนรู้หรือประสบการณ์ ซึ่งได้จากสิ่งเร้าที่ได้ยิน ได้เห็นและการเข้าใจความหมาย ขั้นที่สองคือการเก็บไว้ในความจำระยะยาวขั้นสุดท้ายคือ กระบวนการค้นคืนข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวมาใช้

สุรางค์ โค้วตระกูล (2552, น. 267-268) ได้ให้คำจำกัดความของความจำว่าเป็นความสามารถที่จะเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้ได้เป็นเวลานานและสามารถระลึกได้ โดยความจำประกอบด้วยส่วนประกอบ 4 อย่าง คือ

1. การเรียนรู้และประสบการณ์เพื่อจะได้รับข้อมูลข่าวสารและทักษะต่าง ๆ

2. การเก็บ (Retention) สิ่งที่เรียนรู้และประสบการณ์ไว้

3. การระลึกได้ซึ่งความรู้และประสบการณ์

4. สามารถเลือกข้อมูลข่าวสารหรือความรู้ที่มีไว้มาใช้ได้เหมาะสมกับสถานการณ์และเวลา

กระบวนการพื้นฐานของความจำ (Basic Memory Processes) โดยนักจิตวิทยา พุทธิปัญญานิยม ได้แบ่งความจำออกออกเป็นความจำระยะสั้น (Short Term Memory หรือ STM) และความจำระยะยาว (Long Term Memory หรือ LTM) และได้อธิบายกระบวนการพื้นฐานของความจำดังต่อไปนี้ (Atkinson and Shiftin, 1971, อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2552, น. 68)

นักจิตวิทยาได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความจำโดยทดลองกับสถานการณ์สองแบบ คือสถานการณ์ธรรมชาติในชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ในห้องทดลองสามารถสรุปผลการทดลองโดยย่อ ดังต่อไปนี้

1. ความจำมีหลายประเภท แบ่งเป็น Explicit memory และ Implicit memory

2. ถ้าสิ่งที่จำมีความหมายจะเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นและจำได้นาน

3. ในการเรียนรู้ ถ้านักเรียนพยายามที่จะหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้ในอดีตที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวก็จะจำได้ดีขึ้น

4. ความจำจะดีขึ้นด้วยการฝึกหัดซ้ำหรือท่อง การฝึกหัดใช้เวลาสั้นแต่บ่อยครั้ง จะช่วยให้จำได้ดีกว่าการฝึกหัดน้อยครั้งแต่นาน

5. ความจำระยะยาวจะเป็นสิ่งที่ผู้จำสร้างขึ้น (Reconstruct) มากกว่าการจำอย่างแม่นยำทุกอย่าง

6. การเข้ารหัสอย่างถูกต้องจะช่วยความจำให้ดีขึ้น

7. สิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ สิ่งของ หรือสิ่งที่มีชีวิตมีบทบาทสำคัญในการค้นคืนความจำได้ แม้แต่กลิ่นก็เป็นเครื่องชี้แนะความจำได้

8. ความตระหนักรู้เกี่ยวกับความจำของตนเอง (Metamemory) จะช่วยให้จำได้

วิธีช่วยจำ

สิริอร วิชชาวุธ และคณะ (2552, น. 144-145) ได้สรุปวิธีการที่จะช่วยให้มีความจำในสิ่งที่เรียนได้มากยิ่งขึ้น มีดังนี้

1. การจัดหมวดหมู่ (Organization) การที่จะประสบผลสำเร็จในการจำได้นั้นจะต้องมี การจัดเป็นหมวดหมู่ โดยการจัดสิ่งเร้าที่จะต้องจำหลายๆ อย่างให้เป็นหมวดหมู่ เช่น สิ่งที่คล้ายๆ กันหรือสัมพันธ์กันก็จัดเป็นกลุ่มเดียวกัน หรืออาจทำได้โดยการจัดแบ่งสิ่งเร้าตามคุณสมบัติที่มีร่วมกัน

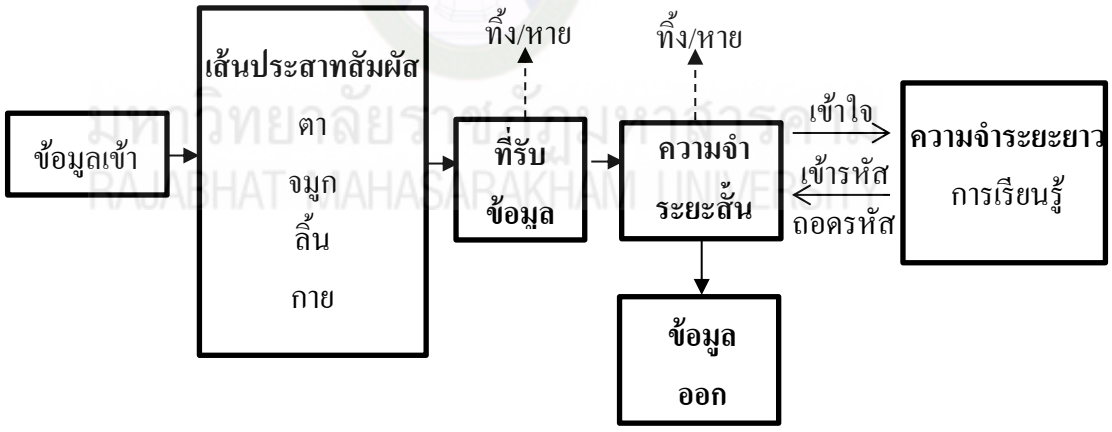
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. การทบทวนตนเอง (Self-recitation) การทบทวนตนเองในขณะที่เรียนจะช่วยให้จำบทเรียนได้มากขึ้น เช่น นักศึกษาที่มีเวลาเพียง 3 ชั่วโมงที่จะต้องศึกษาบทเรียนที่สามารถอ่านให้จบได้ ภายใน 30 นาที การอ่านบทเรียนนี้ 6 ครั้งจะได้ผลน้อยกว่าการอ่านบทเรียนนั้นเพียงครั้งเดียวแล้วปิดหนังสือระลึกทบทวนว่าสิ่งที่มีในบทเรียนมีอะไรบ้าง ถ้าหากยังระลึกได้ไม่หมดก็อ่านทบทวนอีกจนจำได้หมด

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจำเป็นความสามารถที่คงสิ่งที่เรียนรู้ได้และสามารถระลึกได้ การเรียนรู้ทุกอย่างต้องมีการคงสิ่งที่เรียนมาแล้วไว้บ้างเพราะถ้าเราลืมสิ่งที่ตัวเองเคยเรียนรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมาทั้งหมดก็เหมือนกับว่าไม่เกิดการเรียนรู้

2.5.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคงทน

ชนาธิป พรกุล (2554, น. 64-70) อ้างถึงทฤษฎีกระบวนการประมวลข้อมูลว่าเป็นทฤษฎี ที่อยู่ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งสนใจศึกษาวิธีเรียนรู้ วิธีคิดของมนุษย์ หรือการทำงานของสมอง นักพุทธินิยมมองเห็นสมองของมนุษย์ทำงานเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอน การนำข้อมูลเข้า (Input) ประมวลผล (Process) มีการเข้ารหัส (Encoding) เข้าสู่ระบบจัดเก็บข้อมูล (Storage system) มีผลลัพธ์ (Output) แสดงกระบวนการตามภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบวนการทำงานของสมองตามทฤษฎีกระบวนการประมวลข้อมูล. ปรับปรุงจาก *การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้* (น.65), โดย ชนาธิป พรกุล,2554, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นอกจากนี้นักพุทธินิยมเชื่อว่า การคิดเป็นกระบวนการของการทำความเข้าใจสรรพสิ่งหรือข้อมูล ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมจะเข้าไปสู่สมองทางประสาทสัมผัสทางใดทางหนึ่งหรือหลายทาง ประสาทสัมผัสใช้เวลาไม่ถึง 1 วินาทีในการรับข้อมูลใหม่ และในทันทีถ้าเรามีความสนใจ สมองจะเลือก ข้อมูลนั้นให้เข้าไปอยู่ในหน่วยความจำระยะสั้น (Short-Term Memory/Working Memory)

ข้อมูลใหม่ ที่ผ่านเข้าไปในหน่วยความจำระยะสั้นมีเวลาอยู่ที่นั่นไม่ถึง 10 วินาที จะถูกสมองสั่งการว่าจะให้เข้าไป อยู่ในหน่วยความจำระยะยาวหรือทิ้งไป ขึ้นอยู่กับข้อมูลใหม่นั้นถูกจัดเป็นระเบียบและมีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่เคยรู้มาก่อน เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญและมีประโยชน์หรือไม่ ถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีลักษณะ ดังกล่าวก็จะถูกทิ้งไปทันที การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลใหม่เข้าไปอยู่ในหน่วยความจำระยะยาว ในลักษณะที่พร้อมจะถูกดึงออกมาเมื่อต้องการ กระบวนการคิดจะเกิดขึ้นอีกครั้งเมื่อมีการดึงข้อมูล ที่อยู่ในหน่วยความจำระยะยาวมาที่หน่วยความจำระยะสั้นเพื่อเข้ากระบวนการอีกครั้ง ก่อนที่จะส่งออกมาเป็นคำตอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว นักเรียนจะใช้กระบวนการเหล่านี้ในการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูจะสามารถช่วยนักเรียนในการรับข้อมูล และจดจำข้อมูลได้โดยเลือกเสนอข้อมูลใหม่เฉพาะที่สำคัญ เพื่อให้ข้อมูลนั้นเข้าไปอยู่ในหน่วยความจำระยะสั้น เมื่อนำเสนอข้อมูลใหม่จะให้เวลานักเรียนเพียงพอ ที่จะจัดการนำข้อมูลเข้าไปในหน่วยความจำระยะสั้นก่อนที่จะนำเสนอข้อมูลชิ้นใหม่ต่อไป และเมื่อ ต้องการถามคำถาม ในคำถามนั้นควรมีการชี้แนะที่เหมาะสม ซึ่งเป็นตัวช่วยให้นักเรียนสามารถระลึก หรือดึงข้อมูลออกมาจากหน่วยความจำระยะยาวได้ง่ายขึ้น

สุภาพร หอมคำ (2556, น. 14) ได้กล่าวถึงทฤษฎีความจำสองกระบวนการ มีใจความว่า ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราวสิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราวสิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นต้องได้รับการทบทวน ดังนั้น จำนวนสิ่งของที่เราจะจำได้ในความจำระยะสั้นจึงมีจำกัด เช่น ถ้าเป็นชื่อของคน เราอาจทบทวนได้เพียง 3-4 ชื่อในช่วงระยะเวลาหนึ่ง การทบทวนช่วยป้องกันไม่ให้ความจำสลายตัวไปจากความจำระยะสั้นและสิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นระยะเวลานาน ยิ่งนานเท่าใดสิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาวมากยิ่งขึ้น ถ้าเราจำสิ่งใดได้ในความจำระยะยาว สิ่งนั้นก็จะติดอยู่ในความจำตลอดไปกลายเป็นความจำที่ถาวร สามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้ ความจำระยะยาวที่กล่าวถึงในทฤษฎีความจำสองกระบวนการ คือ ความคงทนในการเรียนรู้นั่นเอง ส่วนระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว หรือความคงทนในการเรียนรู้นั้น จะใช้เวลาประมาณ 14 วัน หรือ 2 สัปดาห์

สุเทพ แปลงทับ (2556, น. 14-15) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้

1. การจูงใจ เป็นการชักจูงให้นักเรียนอยากเรียนรู้
2. การทำความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถเข้าใจสถานที่เป็นสิ่งเร้า
3. การเรียนรู้ปรุงแต่งที่เรียนรู้ไว้เป็นความจำ ขั้นนี้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นความสามารถอย่างใหม่เกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. ความสามารถในการสะสมสิ่งเร้าเก็บไว้เป็นความจำ ขั้นนี้เป็นการนำสิ่งที่ เรียนรู้ไปเก็บไว้ในส่วนของความจำช่วงระยะเวลาหนึ่ง

5. การรื้อฟื้น ขั้นนี้เป็นการเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว และเก็บเอาไว้นั้น สามารถนำออกมาใช้ในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้

6. การสรุปหลักการ ขั้นนี้เป็นความสามารถที่ใช้ในสิ่งเรียนรู้ไปแล้ว ไปประยุกต์กับสิ่งเร้าใหม่ที่ประสบมา

7. การลงมือปฏิบัติ เป็นการแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการเรียนรู้

8. การสร้างผลย้อนกลับขั้นนี้เป็นนักเรียนรับทราบผลการเรียนรู้ ถ้าขั้นทำความเข้าใจและการเรียนรู้ไม่ดี ขั้นการจำก็จะลดลงหรือจำไม่ได้เลยจากกระบวนการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่าคนเราจะจำสิ่งที่เรียนมาได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ ว่าจะช่วยให้เกิดความจำระยะยาวแก่นักเรียนได้ดีเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

8.1 การจัดบทเรียนให้มีความหมาย เป็นการจัดบทเรียนให้เป็นระเบียบและเป็นหมวดหมู่เกิดความหมายต่อนักเรียน อาจทำได้ดังนี้

8.1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์ เป็นวิธีการสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายเพื่อช่วยให้การจำบทเรียนที่ขาดความหมาย

8.1.2 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า เป็นการสรุปโครงสร้างหรือกระบวนการที่เกี่ยวกับบทเรียนให้นักเรียนทราบก่อนการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในตอนนั้น ๆ

8.1.3 การจัดลำดับขั้น เป็นการจัดบทเรียนให้เรียงลำดับตามขั้นตอนการเรียนรู้ โดยในลำดับขั้นต่ำกว่าจะเป็นพื้นฐานให้เรียนรู้ขั้นที่สูงขึ้นไปตามลำดับ

8.1.4 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ เป็นการจำแนกของสิ่งที่ต้องการให้จำออกเป็นหมวดหมู่

8.2 การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้วิธีการที่จะช่วยให้เกิดความจำระยะยาวที่ดีขึ้นอีกประการหนึ่งได้แก่ การจัดสถานการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ มากขึ้น ทั้งในระหว่างการเรียนการสอน และภายหลังการเรียนการสอนแล้ว อาจทำได้ดังนี้

8.2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะที่กำลังฝึกฝนอยู่ หมายถึง การนึกทบทวนบทเรียนภายหลังที่เรียนจบไปแต่ละครั้ง

8.2.2 การเรียนเพิ่มเติม หมายถึง การเรียนภายหลังจากที่จำบทเรียนนั้นได้แล้วซึ่งจะมีผลทำให้จำได้แม่นยำขึ้นและจำได้นานขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.2.3 การทบทวนบทเรียน วิธีนี้คล้ายคลึงกับการนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะที่กำลังฝึกฝนเพราะการนึกถึงเป็นการทบทวนบทเรียนเหมือนกัน

8.2.4 การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ โดยการจัดสิ่งที่เรียนให้เป็นระเบียบเป็นหมวดหมู่จ้าทำให้จำได้ง่ายขึ้น

8.2.5 การท่องจำ เป็นการท่องบทเรียนดัง ๆ เพื่อช่วยในการจำ

8.2.6 การใช้จิตนาการ เป็นการใช้จินตนาการบทเรียนเชื่อมโยงกับสิ่งที่ตนสนใจ หรือเชื่อมโยงกับตนเองจะสามารถทำให้จำได้ง่ายขึ้น

จากทฤษฎีและการจากกระบวนการเรียนรู้ระบบการจำที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนรู้และ ระบบการจำมีความสัมพันธ์กัน เพราะความจำเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ที่ซับซ้อน ระบบการจำ แบ่งได้ 3 ประเภท คือ ระบบความจำการรู้สึกสัมผัส ระบบความจำระยะสั้น และระบบความจำระยะยาว ซึ่งความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว สามารถเลือนหายได้อย่างรวดเร็ว และหากสิ่ง เร้าที่อยู่ในความจำระยะสั้นได้รับการตีความจนเกิดความเข้าใจ จะถูกประมวลและเปลี่ยนรูป ข้อมูลโดยการเข้ารหัสเพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การทบทวน การทำให้ข้อมูลมีความหมายต่อตนเองโดยการสัมพันธ์สิ่งที่เรียนใหม่กับความรู้เดิม การรื้อฟื้นความจำจะต้องถอดรหัสข้อมูลจึงจะสามารถระลึกข้อมูลและนำออกมาใช้ได้

2.5.4 วิธีวัดความจำ

สิริอร วิชชาวุธ และคณะ (2552, น. 139) ได้สรุปเกี่ยวกับวิธีวัดความจำไว้ 3 วิธี ดังนี้

1. การระลึก (Recall) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถสร้างเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความจำโดยไม่มีเหตุการณ์นั้นปรากฏตรงหน้า ตัวอย่างเช่น การบรรยายรูปร่างหน้าตาของคนร้ายให้ตำรวจฟังการใช้ข้อสอบแบบอัตนัยเพื่อวัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนระลึกสิ่งที่เคยเรียนแล้วและเขียนออกมาว่าเกิดการเรียนรู้มากน้อยแค่ไหน

2. การจำได้ (Recognition) ตัวอย่างของการจำได้แก่ การเห็นคนบางคนหรือของบางอย่างแล้วรู้สึกคุ้นเคย แต่นึกไม่ออกว่าเคยเห็นที่ไหน ในการวัดความจำด้วยวิธีนี้ต้องแสดงสิ่งของหรือ เหตุการณ์ซึ่งเป็นสิ่งเร้าที่เคยประสบมาแล้วต่อหน้านักเรียนเพื่อให้เกิดการรับรู้สิ่งของหรือเหตุการณ์ที่ปรากฏตรงหน้าแล้วเปรียบเทียบการรับรู้นี้กับการรับรู้ซึ่งเคยมีมาก่อนในอดีตแล้วนักเรียนจะจำได้หรือไม่ได้ จากผลการเปรียบเทียบนี้ เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) เป็นตัวอย่าง แบบทดสอบที่ทดสอบการจำได้เพราะนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกจากตัวเลือกที่อาจเป็นคำตอบ ที่ถูกอีก 4 ข้อ จึงจะพิสูจน์ได้ว่านักเรียนจำได้ ดังนั้นนักเรียนมักจะเลือกทำข้อสอบแบบปรนัยมากกว่า อัตนัยเพราะสามารถระลึกความจำได้ง่ายกว่าข้อสอบแบบอัตนัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. การเรียนรู้ (Relearning) เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้เราทราบว่าสิ่งที่เราเคยเรียนมาแล้วในอดีตยังมีความจำหลงเหลืออยู่ เช่น สิ่งที่เรียนบางอย่างที่เราไม่ทราบว่าเราจำได้ถ้ากลับมาเรียนซ้ำอีกครั้ง ปรากฏว่าจะใช้เวลาที่เรียนน้อยกว่าครั้งแรกถ้าเป็นเช่นนี้เรายังมีความจำหลงเหลืออยู่จำนวนครั้งในการเรียนซ้ำเพื่อให้จำได้ก็จะยิ่งน้อยลงหรืออาจกล่าวได้ว่าถ้ามีความจำหลงเหลืออยู่มากจะประหยัดเวลาหรือจำนวนครั้งในการเรียนซ้ำมากขึ้น

ชวาล แพรัตนกุล (2546, น. 1) กล่าวว่าในการสอบซ้ำ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันสอบกับบุคคลกลุ่มเดียวกันเวลาในการสอบครั้งแรกและครั้งที่สองควรเว้นให้ห่างกันประมาณ 2 สัปดาห์

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2553, น. 86) ได้กล่าวถึงกรวยการเรียนรู้ (Cone of learning) ซึ่งมีการเรียนแบบตั้งใจ (Active learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และ การประเมินค่า เทคนิคการสอนที่ใช้กันส่วนใหญ่ คือ การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบแก้ปัญหา การเรียนแบบศึกษากรณี การเรียนแบบสถานการณ์จำลอง การเรียนแบบตั้งใจ หรือ Active Learning จะทำให้ความคงทนในการเรียนรู้คงอยู่ประมาณร้อยละ 70 ขึ้นไปหลังจากเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์

จากการศึกษาเกี่ยวกับระบบความจำ สามารถสรุปเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีการเข้ารหัสของข้อมูลที่ถูกต้อง และนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการวัดความคงทนในการเรียนรู้หลังจากการเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน วัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ชัยณรงค์ แก้วสุก (2550, น. 101) ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ ED^3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจและความคงทนในการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่าง กลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอน ED^3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์กับกลุ่มที่เรียนตามแบบปกติ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการสอน ED^3U

ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์ จำลอง มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนชีววิทยาตาม แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการสอน ED^3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองทันที และหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนชีววิทยา

อังคณา ชาติพันธ์จันทร์ (2552, น. 80) ทำการศึกษาเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) เรื่องแสง และการมองเห็น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 78.26/76.07 หมายความว่า ได้คะแนนจากการทดสอบย่อย การสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 78.26 ของคะแนนเต็ม และได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 76.07 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

วรรธนภรณ์ ศรีสุข (2553, น. 98) ศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบก่อนเรียนและหลังเรียน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบกับการเรียนรู้ตามคู่มือครู (สสวท.) ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู (สสวท.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยุวารี ปิยะมาตย์ (2554, น. 100) ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนช่วยสอนรูปแบบจำลองสถานการณ์ เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบ สถานการณ์จำลอง เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีค่า E_1/E_2 เท่ากับ 76.80/75.20 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ของกลุ่ม ที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบสถานการณ์จำลองสูงกว่ากลุ่มที่เรียน ด้วยการเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณดี สันโห (2557, น. 98) ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
PHRAPHUT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 77.07/75.95 เป็นไปตาม เกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ความคงทนในการเรียนรู้ด้านมโนมติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีความคงทนในการเรียนรู้ด้านมโนมติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Olarinoye (1987, p. 5941) เปรียบเทียบผลของวิธีสอนแบบท่องจำและแบบค้นพบกับนักเรียน เกรด 5, 7 และ 9 ที่มีพื้นฐานทางสังคม เศรษฐกิจต่ำ และปานกลาง ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างวิธีสอน 2 แบบ ผลการเรียนของนักเรียนที่มีพื้นฐานทางสังคม เศรษฐกิจกลางและต่ำ ไม่แตกต่างกัน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างวิธีสอนทั้งสองแบบกับพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนทั้งสองแบบกับระดับเกรด สรุปได้ว่าควรจะใช้วิธีสอนทั้ง 2 แบบด้วยกันไม่ควรเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

Fensham (1995, p. 1589) เปรียบเทียบความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบ ผลการศึกษาพบว่ามีผลดีกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากวิธีสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยคัญ และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงที่สอนโดยวิธีค้นพบสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำและภายในกลุ่มที่สอนโดยวิธีค้นพบกับวิธีบรรยายไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูงจะสูงกว่ากลุ่มต่ำ

Athanassios and Vassilis (2000, p. 1250) ได้ศึกษาการจำลองคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนฟิสิกส์ กรณีศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวิถี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ทำงานร่วมกับการจำลองแสดงผลอย่างชัดเจนคะแนนที่สูงขึ้นในงานวิจัย ซอฟต์แวร์ของเราสนับสนุนการจำลองแบบคอมพิวเตอร์อย่างมากเป็นเครื่องมือการเรียนการสอนทางเลือกเพื่อช่วยนักเรียนเผชิญกับข้อ จำกัด ด้านความรู้ความเข้าใจและพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับฟิสิกส์

Cândida, Cravino and Soares (2013, p. 1569) ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมในการจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แนวคิดเรื่องน้ำหนักและมวลของนักเรียน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นเมื่อนักเรียนใช้คอมพิวเตอร์จำลองเพียงอย่างเดียว หรือ ร่วมกับ "การลงมือทำ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อย่างไรก็ตามเราพบว่าผลสัมฤทธิ์ทั้งหมดที่ได้รับขึ้นอยู่กับการสอนของครูเมื่อใช้คอมพิวเตอร์การจำลองเพื่อสอนแนวคิดเรื่องน้ำหนักและมวล

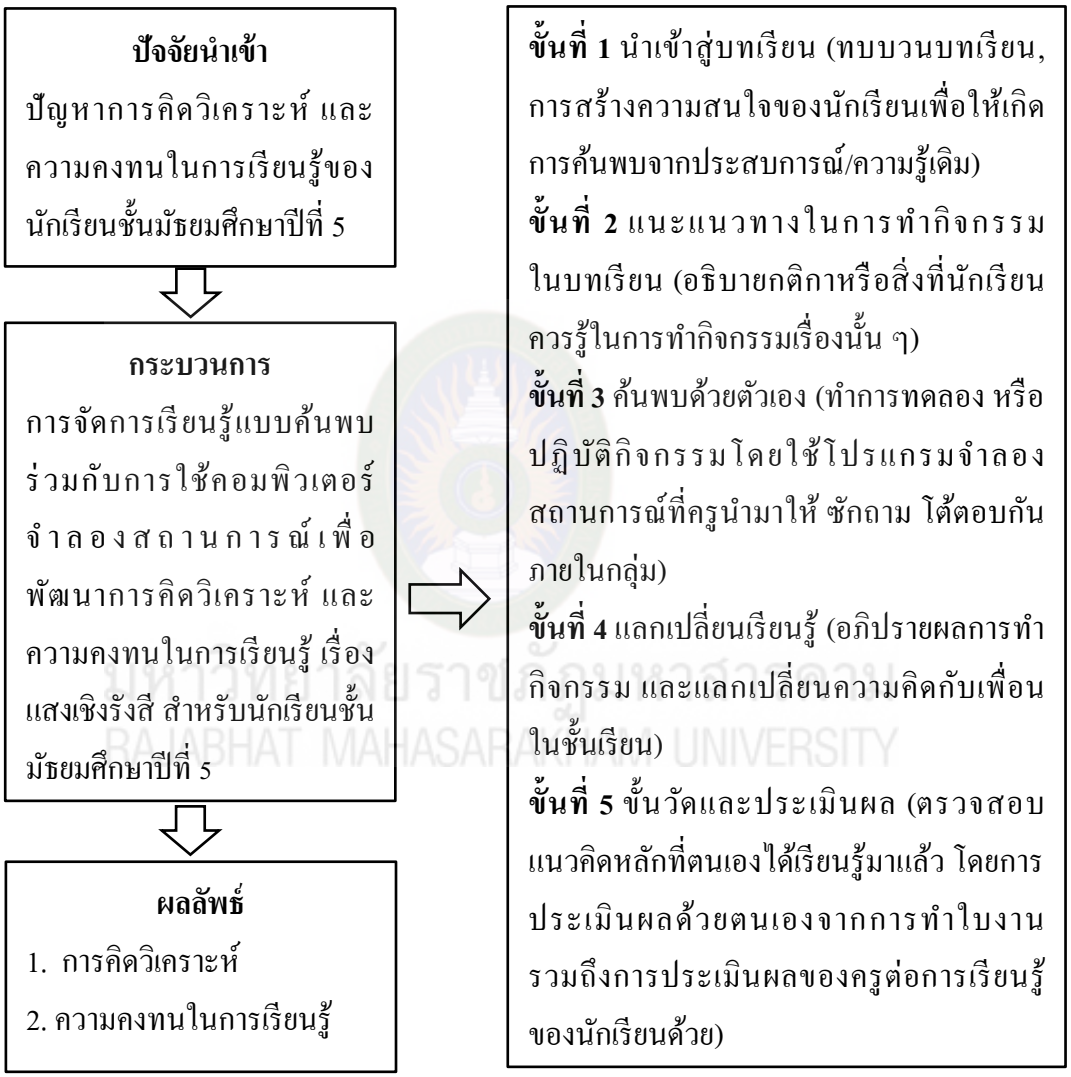
María-Blanca Ibáñez, Member, IEEE, Ángela Di-Serio, Diego Villarán-Molina, and Carlos Delgado-Kloos (2015, p, 1071)ได้ศึกษาเกี่ยวกับการให้นักเรียนใช้ AR-SaBEr ซึ่งเป็นเครื่องมือจำลองสถานการณ์เหมือนจริง (AR) เพื่อค้นหาหลักการพื้นฐานของการผลิตไฟฟ้าผ่านชุดของการทดลอง AR-SaBEr ได้รับการปรับปรุงด้วยความรู้สนับสนุนและตรวจสอบรายละเอียดเพิ่มเติมตามกลไกต่างๆซึ่งพิสูจน์แล้วว่ามีประโยชน์สำหรับการค้นพบการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการจำลองแบบบนเว็บ ปัจจัยการเรียนรู้ที่ได้รับการประเมิน ได้แก่ นักเรียนกับการปฏิสัมพันธ์กับระบบ AR-SaBEr's ประสิทธิผลการเรียนรู้และแรงจูงใจของนักเรียนในการใช้ สภาพแวดล้อมการจำลองแบบ AR การศึกษาชี้ให้เห็นว่า ARจำลองมีประสิทธิภาพสำหรับเรียนรู้หลักการพื้นฐานของไฟฟ้า อย่างไรก็ตามมันจะเป็นอย่างไรจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงทางเลือกในการปรับปรุงโครงสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้ของสภาพแวดล้อมจำลอง AR - based เมื่อใช้กับนักเรียนที่มีระดับต่ำ 1) ทักษะการควบคุมตนเอง หรือ 2) แรงจูงใจในการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมจำลอง AR - based.

จากการศึกษาด้านทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบและการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ทำให้เกิดความน่าสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเป็นกิจกรรมที่พัฒนานักเรียนทำให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองตามศักยภาพ ตามความถนัดและความสนใจ นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่าย เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เพื่อนำหลักฐานและข้อค้นพบมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้ ดังแผนภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มที่ศึกษา
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 29 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนปกติ ที่โรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

3.2 เครื่องมือวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผน รวมเวลา 18 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ชนิดอิงเนื้อหาแบบกำหนดสถานการณ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านละ 15 ข้อ รวมจำนวน 45 ข้อ

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสงเชิงรังสี ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) คู่มือครูสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

3.3.1.2 ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร โดยศึกษาโครงสร้างรายวิชา คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี จำนวน 9 แผน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และเวลา

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การสะท้อนของแสง	1. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2
2. กระจกเงาทรงกลม	1. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาด	2

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	ภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	
3. การหักเหของแสง	1. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเหรวมทั้งอธิบายสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของ แสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	2
4. เลนส์บาง	1. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง หาตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพและความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุระยะภาพและความยาวโฟกัสรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำวามรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2
5. ภาพจากเลนส์บาง	1. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง หาตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพและความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุระยะภาพและความยาวโฟกัสรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2
6. การนำความรู้เรื่องกระจกเงาและเลนส์บางไปใช้ประโยชน์	1. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง หาตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพและความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุระยะภาพและความยาวโฟกัสรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
7.ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง	1. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลดมิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	2
8. ตาและการมองเห็น	1. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสีและการผสมแสงสีรวมทั้ง อธิบายสาเหตุของการบอดสี	2
9. สารสี	1. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสีและการผสมแสงสีรวมทั้ง อธิบายสาเหตุของการบอดสี	2
	รวม	18

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้และผลการเรียนรู้วิเคราะห์ได้จำนวน 9 แผนการเรียนรู้เวลา 18 ชั่วโมง

3. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ เวลา 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.1ออกแบบการเขียนแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

3.2 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ได้กำหนดวิธีการสอนแบบค้นพบ โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา บอกถึงขอบเขตถึงเนื้อเรื่อง และเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการสร้างความสนใจของนักเรียนเพื่อให้เกิดการค้นพบ อาจสร้างความสนใจโดยการกำหนดขึ้นมาหรือกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์

ขั้นที่ 2 แนะแนวทางในการทำกิจกรรมในบทเรียน โดยการอธิบายกติกาหรือสิ่งที่นักเรียนควรรู้ในการทดลองเรื่องนั้นๆ

ขั้นที่ 3 ค้นพบด้วยตัวเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลอง หรือคิดแก้ปัญหาด้วยตัวเอง โดยครูมีหน้าที่แนะแนวทางการนำข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ร่วมกับการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ ซักถาม โต้ตอบ หรืออภิปรายผล โดยผู้วิจัยได้นำโปรแกรมจำลอง

สถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมจากโปรแกรมจำลองสถานการณ์ คิดแก้ปัญหาด้วยตัวเอง โดยใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ของ PhET และ OPhysics รวมถึงสตรีมมิ่งวีดีโอบนเว็บไซต์ Youtube ซึ่งส่งผลเป็นอย่างดีต่อการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพต่อการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย แบบกิจกรรมในชั้นเรียน และแบบปฏิบัติการทดลอง ดังนั้นครูสามารถที่จะนำไปใช้บูรณาการร่วมเพื่องานปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนได้โดยง่าย ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

โครงสร้างแผนร่วมกับโปรแกรมจำลองสถานการณ์

แผนการจัดการเรียนรู้	โปรแกรมจำลองสถานการณ์
1. การสะท้อนของแสง	โปรแกรมจำลองการสะท้อนของแสงผ่านกระจกเงาราบ OPhysics
2. กระจกเงาทรงกลม	โปรแกรมจำลองเรื่อง กระจกเว้าและกระจกนูน OPhysics
3. การหักเหของแสง	โปรแกรมจำลองการหักเหของแสง OPhysics, สตรีมมิ่งวีดีโอบนYoutube, PhET
4. เลนส์บาง	โปรแกรมจำลองเรื่อง เลนส์เว้าและเลนส์นูน OPhysics
5. ภาพจากเลนส์บาง	โปรแกรมจำลองเรื่อง เลนส์เว้าและเลนส์นูน OPhysics
6. การนำความรู้เรื่องกระจกเงาและเลนส์บางไปใช้ประโยชน์	โปรแกรมจำลองเรื่อง กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทัศน์ แว่นขยายผ่านสตรีมมิ่งวีดีโอบนYoutube
7. ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง	โปรแกรมจำลองเรื่อง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสงรุ้ง ทรงกลด มิราจผ่านสตรีมมิ่งวีดีโอบน Youtube
8. ตาและการมองเห็น	โปรแกรมจำลองเรื่อง ความสว่างและการมองเห็น PhET, สตรีมมิ่งวีดีโอบนYoutube
9. สารสี	โปรแกรมจำลองเรื่อง ตาและการมองเห็นสีปฐมภูมิ สีทุติยภูมิ OPhysics

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ให้นักเรียนได้อภิปรายผล และแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน รวมทั้งครูทำการประเมินผลการเรียนรู้ที่ได้ จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบการสอน และความเหมาะสมของภาษา

5. สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 121) ดังนี้

มีค่าเหมาะสมมากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5
มีค่าเหมาะสมมาก	มีค่าเท่ากับ	4
มีค่าเหมาะสมปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3
มีค่าเหมาะสมน้อย	มีค่าเท่ากับ	2
มีค่าเหมาะสมน้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1

6. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความชัดเจน ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้และความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ

6.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ (ปร.ด.) สาขาวิทยาศาสตรศึกษา ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านวิทยาศาสตรศึกษา

6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพศาล เอกะกุล (กศ.ม.) สาขาการวัดผลการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล

6.3 นายพัฒนวงศ์ ดอกไม้ (กศ.ม.) สาขาวิทยาศาสตรศึกษา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหาและการจัดการเรียนการสอน

7. ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้และการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ภาษา ตลอดจนความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ แล้วนำมาวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของคุณภาพแผน โดยใช้ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ท (Likert) โดยถือเกณฑ์การประเมินระดับคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 103-106)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ทั้งหมด 9 แผน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.57-5.00 หมายความว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ภาคผนวก ค.1)

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน จัดพิมพ์เป็นแผนการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

9. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ ไปใช้เก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 29 คน

3.3.2 แบบวัดการคิดวิเคราะห์

แบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดระดับการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 วิเคราะห์เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสงเชิงรังสี ตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เล่ม 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

3.3.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ จาก กรอบแนวคิดของบลูม (Bloom) (Bloom, 1956, pp. 201-207) เป็นแบบปรนัย มีคำถามที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และครอบคลุมเนื้อหาด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ประกอบไปด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 2) การวิเคราะห์ความสำคัญ 3) การวิเคราะห์หลักการ

3.3.2.3 สร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่อง แสงเชิงรังสี ตามขอบข่ายของผลการเรียนรู้ในทุกแผนการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก แบบกำหนดสถานการณ์ จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริง 45 ข้อ ใช้เวลาทำ 45 นาที โดยพิจารณาให้ครอบคลุมเนื้อหา ภาษาและความเหมาะสม ดังตารางที่ 3.3

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.3

กรอบการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี

ด้าน	จำนวนข้อสอบ	
	สร้างขึ้น	นำไปใช้
ด้านที่ 1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์	21	15
ด้านที่ 2 วิเคราะห์ความสำคัญ	18	15
ด้านที่ 3 วิเคราะห์หลักการ	21	15
รวม	60	45

3.3.2.4 นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ จำนวน 60 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษาและข้อคำถาม

3.3.2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดการคิดวิเคราะห์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้แก่ ตัดข้อสอบที่ไม่ตรงกับผลการเรียนรู้ออก ปรับคำตอบให้ชัดเจนและไม่กำกวม

3.3.2.6 นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม (ที่ทำการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ โดยต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50-1.00 พิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269) ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์ของการคิดวิเคราะห์ในด้านนั้น

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์ของการคิดวิเคราะห์ในด้านนั้น

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ของการคิดวิเคราะห์ในด้านนั้น

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่คัดเลือกมีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 (ภาคผนวก ค.5)

3.3.2.7 นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 26 คน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอน เรื่อง แสงเชิงรังสี มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด

3.3.2.8 นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ จำนวน 60 ข้อ มาตรวจให้คะแนนและนำคะแนนมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม (Item discrimination index: r)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 300-301) จากนั้นคัดเลือกแบบวัดการคิดวิเคราะห์จำนวน45 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-1.00 พบว่าค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.22-0.91 (ภาคผนวก ค.6)

3.3.2.9 จากนั้นนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods KR-20) โดยแบบวัดการคิดวิเคราะห์ต้องมีค่ามากกว่า 0.80 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288) พบว่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทั้งฉบับเท่ากับ 0.83 (ภาคผนวก ค.7)

3.3.2.10 จัดพิมพ์แบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 45 ข้อ จัดเป็น 3 ชุด ชุดละ 15 ข้อ เป็นแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

3.3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และหลักสูตรโรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ทุกแผนการเรียนรู้ ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและศึกษาการวัดการประเมินผล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี ตามขอบข่ายของผลการเรียนรู้ในทุกแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) โดยพิจารณาพฤติกรรมด้านพุทธพิสัย 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที ดังตารางที่ 3.4

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.4

การวิเคราะห์โครงสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี

ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม						รวมจำนวนข้อ	
	ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		นำไปใช้			
	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
1. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	2	1	4	2	4	3	10	6
2. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกรทบ และมุมหักเหรวมทั้งอธิบายสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสงและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	2	1	4	2	4	3	10	6
3. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง หาตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพและความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุระยะภาพและความยาวโฟกัสรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสง	2	1	4	2	4	3	10	6

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.4 *(ต่อ)*

ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม						รวมจำนวนข้อ	
	ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		นำไปใช้			
	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
4. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น กุ้ง การทรงกลดมิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน	5	3	5	3			10	6
5. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสีรวมทั้ง อธิบายสาเหตุของการบอดสี	4	3	4	2	2	1	10	6
รวม	8	7	12	10	14	12	50	30

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
DHONBURI RAJABHAT UNIVERSITY

3.3.3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษาและข้อคำถาม

3.3.3.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้แก่ ตัดข้อสอบที่ไม่ตรงกับผลการเรียนรู้ออก และปรับคำตอบให้ชัดเจนและไม่กำกวม

3.3.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม (ที่ทำการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยแบบทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50-1.00 พิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269) ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องตามผลการเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องตรงตามผลการเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องตามผลการเรียนรู้

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกมีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 (ภาคผนวก ค.1)

3.3.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 26 คน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนเรื่อง แสงเชิงรังสี มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.3.3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจให้คะแนนและนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 303) ทั้งนี้แบบทดสอบต้องมีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-1.00 จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เพื่อนำมาใช้เก็บข้อมูลวิจัย พบว่า ค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ระหว่าง 0.54-0.76 และค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ระหว่าง 0.40-0.88 (ภาคผนวก ค.2)

3.3.3.8 นำข้อสอบที่เลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett) ทั้งนี้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.80 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 292) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.98 (ภาคผนวก ค.3)

3.3.3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 รูปแบบงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบแผนกลุ่มเดียววัดซ้ำ (One-Shot Repeated Measured Design) (มนต์ชัย เทียนทอง, 2548, น. 153) โดยทำการวัดหรือสังเกตผลภายหลังการทดลองในแต่ละครั้งแล้วนำไปเปรียบเทียบกัน เพื่อศึกษาพัฒนาการของกลุ่มทดลอง มีลักษณะการทดลองดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5

รูปแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง แบบแผนกลุ่มเดียววัดซ้ำ (One-Shot Repeated Measured Design)

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง						ทดสอบหลัง		
E	-	X	O_2	X	O_2	X	O_2	O_3	O_3	O_3

หมายเหตุ. E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เรื่องแสงเชิงรังสี

O_2 แทน การวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

O_3 แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทันที หลังเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ และเรียนผ่านไปแล้ว 1 เดือน

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 เรื่อง แสงเชิงรังสี โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 29 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.4.2.1 ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนและวิธีปฏิบัติให้กับนักเรียนและดำเนินการจัดการเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดการเรียนรู้รูปแบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลาสอนจำนวน 18 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้

3.4.2.2 ประเมินการคิดวิเคราะห์หลังจากทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยจัดการเรียนรู้รูปแบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสร็จสิ้น นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ไปสอบกับกลุ่มที่ศึกษาหลังการจัดการเรียนรู้

ช่วงที่ 1 หลังจัดการเรียนการสอนแผนที่ 3

ช่วงที่ 2 หลังจัดการเรียนการสอนแผนที่ 6

ช่วงที่ 3 หลังจัดการเรียนการสอนแผนที่ 9

จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อสรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.4.2.3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมเสร็จสิ้นครบทั้ง 9 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ทำการทดสอบความคงทนทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี กับนักเรียนหลังจากสอนเสร็จ

สิ้นทันที หลังจากสอนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ชุดเดิม และนำผลที่ได้จากการทดสอบกับกลุ่มที่ศึกษามาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อสรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าต่างๆ ดังนี้

3.5.1 ศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์วิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี โดยวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และร้อยละ (%)

3.5.2 ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ระหว่างหลังเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียนผ่านไปแล้ว2 สัปดาห์ และหลังเรียนผ่านไปแล้ว 1 เดือนวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และร้อยละ (%) จากนั้นตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อมีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.6.1 สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean : $\overline{X}$) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 323) ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: *S*) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 325) ดังนี้

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(X_i-\bar{X}\right)^2}{n-1}} \qquad (3\text{-}2)$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน ค่าคะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.3 ร้อยละ (Percentages: %) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 321) ดังนี้

$$\text{ร้อยละ } (\%)=\frac{f}{N}\times 100 \qquad (3\text{-}3)$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

N แทน จำนวนทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.6.2.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน ดังนี้

สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	มีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	-1

ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC หาได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2560, น. 269) ดังนี้

$$\text{IOC}=\frac{\sum \text{R}}{\text{N}} \qquad (3\text{-}4)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.2 หาค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ 2561, น. 298)

$$p = \frac{f}{n} \qquad (3\text{-}5)$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของแต่ละข้อ

f แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) แบบอิงกลุ่มของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ (Item Discrimination Index: r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 300-301) ดังนี้

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \qquad (3\text{-}6)$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

f_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

f_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

n_H, n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด ($n = n_H + n_L$)

3.6.2.4 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 306) ดังนี้

$$B = \frac{f_P}{n_P} - \frac{f_F}{f_F} \qquad (3\text{-}7)$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของเบรนแนน

f_P แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์

f_F แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

n_P แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์

n_F แทน จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

3.6.2.5 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์โดยใช้สูตรโดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods KR-20) เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288) ดังนี้

$$\text{KR20} = \left[\frac{k}{k\text{-}1}\right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2}\right] \qquad (3\text{-}8)$$

เมื่อ KR20 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

k แทน จำนวนข้อสอบ

p_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ 1 - p_i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.6.2.6 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 292) ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x - \sum x^2}{(k-1)\sum (x-c)^2} \qquad (3\text{-}9)$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อสอบ

x แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

c แทน คะแนนจุดตัด

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 สถิติที่ใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างหลังเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ และหลังเรียนผ่านไปแล้ว 1 เดือน โดยใช้การทดสอบสมมติฐานคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อมีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) (จักรภพ ธาตุสุวรรณ, 2549, น. 139-140) ดังนี้

$$F = \frac{MS_{Tr}}{MS_E} \qquad (3\text{-}10)$$

เมื่อ F แทน สถิติทดสอบเอฟ

MS_{Tr} แทน ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยระหว่างการวัด

MS_E แทน ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูล การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ศึกษา
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของคะแนน (Sum of Squares)
df	แทน	ชั้นของความอิสระ (Degrees of Freedom)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน (Mean Square)
F	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 ผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.2.2 ผลการศึกษาการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.2.3 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการจัดการจัดการเรียนรู้

4.3.1.1 ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผน รวม 18 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยทำการดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 แนะแนวทางในการทำกิจกรรมในบทเรียน ขั้นที่ 3 ค้นพบด้วยตัวเอง ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล ซึ่งผู้วิจัยได้นำกิจกรรมรูปแบบโปรแกรมจำลองสถานการณ์ไปใช้ในขั้นตอนที่ 3 ขั้นค้นพบตัวเอง ได้แก่ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ได้แก่ PhET, OPhysics และสตรีมมิ่งวีดีโอบนเว็บไซต์ Youtube โดยมีรายละเอียดกิจกรรมดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

กิจกรรมและโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	โปรแกรมจำลองสถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
1. การสะท้อนของแสง	กิจกรรมที่1 เรื่อง การสะท้อนของแสงผ่านกระจกเงาราบ - นักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มจะมีหน้าที่ของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนออกแบบทดลองและลงมือทำการทดลอง จากโปรแกรมที่ได้แสกน QR โค้ดในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์	OPhysics	2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	โปรแกรมจำลองสถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
2. กระจกเงาทรงกลม	กิจกรรมที่ 2 เรื่อง การสะท้อนของแสงผ่านกระจกโค้งและกระจกนูน - นักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มออกแบบทดลองและลงมือทำการทดลอง จากโปรแกรมที่ได้สแกน QR โค้ดในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้	OPhysics	2
3. การหักเหของแสง	กิจกรรมที่ 3 เรื่อง การหักเหของแสง - นักเรียนจะได้รับชมวีดีโอ เรื่อง การหักเหของแสง และได้ร่วมกับอภิปรายถึงข้อสังเกตในวีดีโอ จากนั้นนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกแบบทดลองและลงมือทำการทดลอง จากโปรแกรมที่ได้สแกน QR โค้ดในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้	- OPhysics - สตรีมมิ่งวีดีโอ เรื่อง การหักเหของแสง - PhET	2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	โปรแกรมจำลองสถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
4. เลนส์บาง	กิจกรรมที่ 4 เรื่อง เลนส์เว้าและเลนส์นูน - นักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มจะมีหน้าที่ของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนออกแบบทดลองและลงมือทำการทดลอง วาดภาพที่เกิดขึ้นจากเลนส์ที่ระยะต่างๆ จากโปรแกรมที่ได้สแกน QR โค้ดในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้	OPhysics	2
5. ภาพจากเลนส์บาง	กิจกรรมที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระยะภาพ ระยะวัตถุและจุดโฟกัส - นักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มจะมีหน้าที่ของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนออกแบบทดลองและลงมือทำการทดลอง วาดภาพที่เกิดขึ้นจากเลนส์ที่ระยะต่างๆ และคำนวณระยะภาพจากการวัดอัตราส่วนของภาพจากโปรแกรมที่ได้แสกน QR โค้ดในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล	OPhysics	2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	โปรแกรมจำลองสถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
6. การนำความรู้เรื่องกระจกเงาและเลนส์บางไปใช้ประโยชน์	กิจกรรมที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เรื่องกระจกเงาและเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ - นักเรียนจะได้รับชมวีดีโอ เรื่อง ทัศนอุปกรณ์ และได้ร่วมกับอภิปรายถึงข้อสังเกตในวีดีโอ จากนั้นนักเรียนในแต่ละลงมือทำกิจกรรม ออกแบบร่วมกันอธิบายหลักการของอุปกรณ์ ได้แก่ แว่นขยาย กล้องถ่ายภาพ กล้องจุลทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้	สตรีมมิ่งวีดีโอ เรื่อง ทัศนอุปกรณ์	2
7. ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง	กิจกรรมที่ 7 เรื่อง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง - นักเรียนจะได้รับชมวีดีโอ เรื่อง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง และได้ร่วมกับอภิปรายถึงข้อสังเกตในวีดีโอ จากนั้นนักเรียนในแต่ละลงมือทำกิจกรรมออกแบบ ร่วมกันอธิบายหลักการของปรากฏการณ์ ได้แก่ รุ้ง ทรงกลด มิราจ การเปลี่ยนสีของท้องฟ้า พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้	สตรีมมิ่งวีดีโอ เรื่อง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง	2

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	โปรแกรมจำลองสถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
8. ตาและการมองเห็น	กิจกรรมที่ 8 เรื่อง ตาและการมองเห็น - นักเรียนจะได้รับชมวีดีโอ เรื่อง ตาบอดสี และได้ร่วมกับอภิปรายถึงข้อสังเกตในวีดีโอในเรื่องตาบอดสี และร่วมกันทดสอบตาบอดสี จากนั้นนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกแบบทดลองและลงมือทำการทดลอง จากโปรแกรมที่ได้สแกน QR โค้ดในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้	- สตรีมมิ่งวีดีโอ เรื่อง ตาบอดสี - PhET	2
9. สารสี	กิจกรรมที่ 5 เรื่อง การผสมสารสีและแสงสี - นักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มจะมีหน้าที่ของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนออกแบบทดลองและลงมือทำการทดลอง การผสมแสงสี สารสี หาสีทุติยภูมิและสีปฐมภูมิจากโปรแกรมที่ได้แสกน QR โค้ดในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปและอภิปรายผล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ได้เพื่อประเมินผลการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้	OPhysics	2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผู้วิจัยทำการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสร็จสิ้น จากการดำเนินการทั้ง 9 แผนการจัดการเรียนรู้นั้นพบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบโดยใช้ร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มาใช้ร่วมการทำกิจกรรมแทนการทำการทดลองจริงเพื่อลดปัญหาอุปกรณ์ไม่เพียงพอ รวมถึงปัญหาการเกิดอันตรายจากการทำการทดลอง การทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งจุดประสงค์ที่เกิดขึ้นจากการคิดร่วมกันภายในกลุ่มนั้นต้องการให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะเกิดในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบนั้นเอง เมื่อนักเรียนเกิดความสนใจกับการทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ PhET, OPhysics รวมถึงสตรีมมิ่งวีดีโอบนเว็บไซต์ Youtube ทำให้นักเรียนเกิดการจดจำในระยะยาว เกิดความคงทนในการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เรียนได้ดีมากยิ่งขึ้น

4.3.2 ผลการศึกษาการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.3.2.1 ผลการศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์โดยการใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์ จากกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom, 1960, pp. 201-207) มีคำถามที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และครอบคลุมเนื้อหาด้านการคิดวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 2) การวิเคราะห์ความสำคัญ 3) การวิเคราะห์หลักการ จำนวน 3 ครั้ง และศึกษาพัฒนาการการคิดวิเคราะห์ ครั้งที่ 1 เทียบกับ ครั้งที่ 3 ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

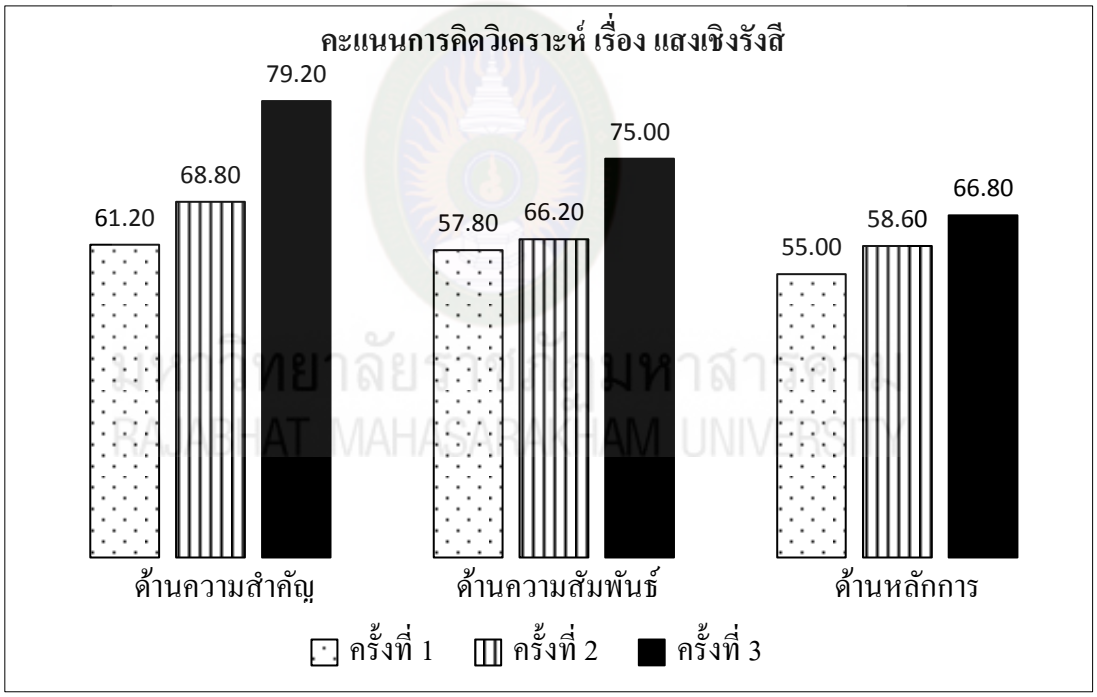
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.2

คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ของการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ด้าน	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			พัฒนาการ (ร้อยละ)
	$\bar{X}$	S	ร้อยละ	$\bar{X}$	S	ร้อยละ	$\bar{X}$	S	ร้อยละ	
ความสำคัญ	3.06	0.69	61.20	3.44	0.62	68.80	3.96	0.80	79.20	29.41
ความสัมพันธ์	2.89	0.66	57.80	3.31	0.74	66.20	3.75	0.97	75.00	29.75
หลักการ	2.75	0.62	55.00	2.93	0.69	58.60	3.34	0.75	66.80	21.45
โดยรวม	ร้อยละ 57.93			ร้อยละ 64.59			ร้อยละ 73.79			

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการการคิดวิเคราะห์ดีขึ้น โดยทำการวัดทุก 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 ได้คะแนนด้านความสำคัญสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61.20, ด้านความสัมพันธ์ คิดเป็นร้อยละ 57.80 และด้านหลักการต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.00 ครั้งที่ 2 ได้คะแนนด้านความสำคัญสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 68.80, ด้านความสัมพันธ์ คิดเป็นร้อยละ 66.20 และด้านหลักการต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58.60 ครั้งที่ 3 ได้คะแนนด้านความสำคัญสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 79.20, ด้านความสัมพันธ์ คิดเป็นร้อยละ 75.00 และด้านหลักการต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.80 สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีความพัฒนาการจากการประเมินครั้งที่ 3 เทียบจากครั้งแรก ด้านความสัมพันธ์สูงที่สุด ร้อยละ 29.75 รองลงมาคือด้าน ความสำคัญ ร้อยละ 29.41 ด้านที่ต่ำที่สุด คือด้าน หลักการ ร้อยละ 21.45



ภาพที่ 4.1 ค่าร้อยละของคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี

จากภาพที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาการคิดวิเคราะห์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำแนกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา

การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 6 และแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 9 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีพัฒนาการการคิดวิเคราะห์ดีขึ้น โดยในครั้งที่ 3 ด้านที่มีคะแนนสูงที่สุด คือ ด้านความสำคัญ ร้อยละ79.20 ด้านความสัมพันธ์ ร้อยละ75.00 และด้านที่มีคะแนนต่ำที่สุด คือ ด้านหลักการ ร้อยละ66.80

4.3.3 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.3.3.2 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ โดยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสร็จสิ้นทันที เทียบกับ หลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน ซึ่งผลปรากฏดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์

จำนวนนักเรียน	คะแนนนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้								
	คะแนนเต็ม	ทันที			ผ่านไป 2 สัปดาห์			ผ่านไป 1 เดือน		
		$\overline{X}$	S	ร้อยละ	$\overline{X}$	S	ร้อยละ	$\overline{X}$	S	ร้อยละ
29	30	21.24	1.54	70.80	21.37	1.84	71.26	21.59	1.73	71.95

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ จากนักเรียนจำนวน 29 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย เลือกตอบ 5 ตัวเลือก ชนิดอิงเนื้อหาแบบกำหนดสถานการณ์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเสร็จสิ้นทันทีเท่ากับ $\overline{X}$ = 21.24, S = 1.54 คิดเป็นร้อยละ 70.80 หลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ผ่านไป 2 สัปดาห์พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเท่ากับ $\overline{X}$ = 21.37, S = 21.84 คิดเป็นร้อยละ 71.26 และหลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้

คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ผ่านไป 1 เดือน พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเท่ากับ $\overline{X}$ = 21.59, S = 1.73 คิดเป็นร้อยละ 71.95

ตารางที่ 4.4

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
การวัดซ้ำ	1.747	1.322	1.321	2.134	.147
ความคลาดเคลื่อน (การวัดซ้ำ)	22.920	37.027	.619		

*ใช้วิธีของ Greenhouse-Geisser

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนซ้ำจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน sig. = .147 > .05 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 ครั้ง ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างหลังเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียน 2 สัปดาห์ และหลังเรียน 1 เดือน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียน 2 สัปดาห์และหลังเรียน 1 เดือนไม่แตกต่างกันนั่นคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ มีความคงทนในการเรียนรู้ ในเรื่อง แสงเชิงรังสี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการวิจัยและผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

5.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กิจกรรมมี 5 ขั้นตอนตามการเรียนรู้แบบค้นพบ โดยได้นำโปรแกรมจำลองสถานการณ์มาใช้ในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งได้แก่ สถานการณ์จำลองเรื่องการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง เลนส์ ปรากฏการณ์ของแสง และเรื่องสี พบว่าการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ได้แก่ PhET, OPhysics รวมถึงสตรีมมิ่งวีดีโอบนเว็บไซต์ Youtube มาใช้ร่วมการทำกิจกรรมแทนการทำการทดลองจริง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนและมีความเข้าใจในบทเรียนได้ดี และลดปัญหาอุปกรณ์ไม่เพียงพอ รวมถึงปัญหาการเกิดอันตรายจากการทำการทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่า การให้นักเรียนร่วมกันคิดภายในกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ผลการประเมินพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีคุณภาพระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57-5.00)

5.1.2 ผลการศึกษาการคิดวิเคราะห์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 พบว่านักเรียนมีพัฒนาการการคิดวิเคราะห์ดีขึ้นทุกด้าน เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านความสัมพันธ์สูงที่สุด ร้อยละ 29.75 รองลงมา คือด้านความสำคัญ ร้อยละ 29.41 ด้านที่ต่ำที่สุด คือด้านหลักการ ร้อยละ 21.45

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.1.3 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสร็จสิ้นทันที เทียบกับหลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนหลังเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียน 2 สัปดาห์ และหลังเรียน 1 เดือนไม่แตกต่างกัน นั่นคือนักเรียนที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ มีความคงทนในการเรียนรู้ ในเรื่อง แสงเชิงรังสี

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประเด็นในการนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กิจกรรมมี 5 ขั้นตอนตามการเรียนรู้แบบค้นพบ โดยได้นำโปรแกรมจำลองสถานการณ์มาใช้ในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งได้แก่ สถานการณ์จำลองเรื่องการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง เลนส์ ปรากฏการณ์ของแสง และเรื่องสี พบว่าการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ได้แก่ PhET, OPhysics รวมถึงสตรีมมิ่งวีดีโอบนเว็บไซต์ Youtube มาใช้ร่วมการทำกิจกรรมแทนการทำการทดลองจริง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนและมีความเข้าใจในบทเรียนได้ดี และลดปัญหาอุปกรณ์ไม่เพียงพอ รวมถึงปัญหาการเกิดอันตรายจากการทำการทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่า การให้นักเรียนได้คิดร่วมกันภายในกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57-5.00) เนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านการประเมินตรวจสอบก่อนนำมาจัดการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสนใจการทำกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน ๆ ในห้อง ได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือตามความเหมาะสม ทำให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เมื่อนักเรียนได้ศึกษาและทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอน ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์หาคำตอบ เมื่อได้ลงมือปฏิบัติบ่อย ๆ ทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์ รวมถึงการได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการอภิปรายร่วมกันในการแสดงความคิดเห็นมีการช่วยเหลือกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ระหว่างนักเรียน กล้าถามในสิ่งที่ไม่เข้าใจกับเพื่อนมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อเรื่องเป็นอย่างดี เมื่อทดสอบเป็นรายบุคคลจึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นพบด้วยตนเองได้อย่างแท้จริง มีความรู้ที่คงทน อีกทั้งยังได้พัฒนาสติปัญญารวมถึงทักษะในด้านต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ เป็นต้น เมื่อนักเรียนค้นพบคำตอบได้ด้วยตนเอง จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ทำให้เกิดความน่าสนใจวิชาฟิสิกส์ พร้อมทั้งเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนา ทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์สังคม สร้างเสริมศีลธรรม โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองตามศักยภาพ ตามความถนัดและความสนใจ นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่าย เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ ยุพิน พิพิธกุล (2545, น. 35) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบค้นพบ เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์แล้วให้นักเรียนเสาะแสวงหาวิธีการแก้ปัญหานั้น ครูให้นักเรียนพิจารณาผลที่เกิดขึ้นไม่ได้คาดหวังว่านักเรียนต้องค้นพบในแบบที่ครูต้องการเสมอไป การค้นพบแบบนี้จึงเน้นที่กระบวนการค้นพบไม่ได้เน้นที่ผลของการค้นพบ เป็นวิธีการสอนที่เน้นว่าให้นักเรียนต้องการค้นพบอะไร เช่น กฎ สูตร หรือบทนิยามนักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้ การค้นพบแบบนี้เป็นค้นพบโดยวิธีการสอนวิธีใดก็ได้ เช่น การถามตอบ การสาธิต การทดลอง การอภิปราย ตลอดจนวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัยวิธีการใดก็ตามที่นักเรียนสามารถสรุปหรือกำหนดนัยทั่วไป (Generalization) ได้ก็เรียกว่า เป็นการค้นพบ ซึ่งผลการที่ได้นี้สอดคล้องกับการวิจัยของยุวารี ปิยะมาตย์ (2554, น. 100) ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนช่วยสอนรูปแบบจำลองสถานการณ์เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบ สถานการณ์จำลอง เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีค่า E_1/E_2 เท่ากับ 76.80/75.20 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 สอดคล้องกับอังคณา ชาติพันธ์จันทร์ (2552, น. 80) ที่ ทำการศึกษาเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ(Discovery Learning) เรื่อง แสงและการมองเห็น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 78.26/76.07 หมายความว่า ได้คะแนนจากการทดสอบย่อยการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 78.26 ของคะแนนเต็ม และได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 76.07 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นได้ผ่านการพัฒนาอย่างเป็นระบบเริ่มตั้งแต่การศึกษาหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้อย่างละเอียด

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นอกจากนั้นยังผ่านการตรวจสอบความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการทดลองปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริงและผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามองค์ประกอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ลงมือปฏิบัติจัดกิจกรรมที่หลากหลาย โดยครูเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย

5.2.2 ผลการศึกษาการคิดวิเคราะห์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ หลังการใช้แผนจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 6 และแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 9 พบว่านักเรียนมีพัฒนาการการคิดวิเคราะห์ดีขึ้น โดยนักเรียนมีพัฒนาการด้านความสัมพันธ์สูงที่สุด ร้อยละ 29.75 รองลงมา คือด้านความสำคัญ ร้อยละ 29.41 ด้านที่ต่ำที่สุด คือด้านหลักการ ร้อยละ 21.45 เมื่อพิจารณาคะแนนพฤติกรรมที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแล้ว นักเรียนมีความพัฒนาการด้านความสัมพันธ์สูงที่สุด เนื่องจากนักเรียนชอบอ่านเนื้อหาที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้รอบตัว อีกทั้งหมั่นติดตามข่าวสารอยู่สม่ำเสมอ เมื่อมีคำถามเชิงคิดวิเคราะห์กระตุ้นการคิดและการอธิบายสื่อความหมายของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้ตกผลึกความรู้ความเข้าใจเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากทุกสิ่งรอบตัวได้ดี ส่วนด้านที่นักเรียนมีคะแนนต่ำที่สุด คือ ด้านหลักการ เนื่องมาจากการแสดงออกถึงการมีความรู้ในด้านหลักการนั้น นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ต้องแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนในการวิเคราะห์เนื้อหาทฤษฎี กฎ หรือหลักการในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้ อีกทั้งยังต้องอาศัยเวลาในการทำความเข้าใจในหลักการนั้น ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ที่แท้จริง ซึ่งจากการวิจัยพบว่า นักเรียนยังมีจุดบกพร่องในด้านดังกล่าว นักเรียนไม่สามารถนำหลักการหรือทฤษฎีความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ อีกทั้งยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหลักการของบางเนื้อหา สอดคล้องกับที่ สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545, น. 74-75) ระบุว่า ส่วนใหญ่แล้วเมื่อนักเรียนรู้หลักการและทฤษฎีแล้ว นักเรียนมักจะวิเคราะห์วิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าที่จะหาสาเหตุและเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ของเนื้อหา การที่นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดวิเคราะห์สูงหรือต่ำนั้นเกิดจากทั้งปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยภายในระบบแนวคิดของนักเรียน ซึ่งสุวิทย์ มูลคำและ อรทัย มูลคำ (2545, น. 74-75) ระบุว่าการใช้คำถามเป็นกระบวนการที่สามารถพัฒนากระบวนการทางความคิดของนักเรียนได้ โดยครูเป็นผู้ป้อนคำถามในลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นคำถามที่ดีให้แก่นักเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดและการถามเพื่อให้ผู้ เรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ หรือประเมินค่าเพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้นยังทำให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดขั้นสูงอีกด้วยนอกจากนี้ การถามในลักษณะให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทั้งการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการคิดวิเคราะห์หลักการ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะด้านการคิด การที่นักเรียนจะเกิดการคิด วิเคราะห์ได้นั้น นักเรียนจะต้องสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวกับความสงสัยใคร่รู้ของผู้ถามเกี่ยวกับ เหตุการณ์หรือสิ่งที่พบเห็น เช่น ใครทำ อะไร ที่ไหน เมื่อใด อย่างไร เพราะเหตุใด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนักเรียนมีพัฒนาการการคิดวิเคราะห์ดีขึ้นเป็นลำดับจากผลการศึกษาข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรธนภรณ์ ศรีสุข (2553, น. 98) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบก่อนเรียนและหลังเรียน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบกับการเรียนรู้ตามคู่มือครู (สสวท.) พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู (สสวท.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของยุวารี ปิยะมาตย์ (2554, น. 63) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนช่วยสอนรูปแบบจำลองสถานการณ์ เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบสถานการณ์จำลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูของสสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากในบทเรียนมีการกำหนดสถานการณ์จำลองแสดงการเคลื่อนไหวการไหลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละวงจรเอาไว้ ทำให้นักเรียนเห็นภาพหลักการทำงานภายในของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้อย่างชัดเจน มีความเป็นรูปธรรมสูงทั้งในเรื่องรูปทรงขนาดและสัญลักษณ์มีความความสมจริงและใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด พร้อมทั้งมีการวิเคราะห์หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย บอกถึงความสำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบในวงจรอีกด้วย ทำให้นักเรียนมีการตัดสินใจในการวิเคราะห์ สามารถจำแนกแยกแยะความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายในแต่ละสถานการณ์นั้น ๆ ได้ จึงทำให้นักเรียนที่ได้เรียนผ่านสื่อการเรียนการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

5.2.3 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนทันที เทียบกับหลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียน 2 สัปดาห์และหลังเรียน 1 เดือนไม่แตกต่างกัน นั่นคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีความคงทนในการเรียนรู้ ในเรื่องแสงเชิงรังสี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ค้นพบคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ และหาข้อสรุปหรือคำตอบด้วยตนเองผ่านกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น แล้วให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาที่อาจเกิดจากการสังเกต เปรียบเทียบ จนสามารถค้นพบคำตอบหรือข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งเน้นการสร้างความรู้โดยให้นักเรียนเรียนรู้ผ่าน กระบวนการและกิจกรรมที่หลากหลาย ได้ลงมือปฏิบัติและสืบค้นด้วยตนเองหรือด้วยความร่วมมือจากเพื่อน ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจและเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งนักเรียนสามารถระลึกและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้แม้ช่วงเวลาผ่านไป (Ausubel, 1968, pp. 54-58) อันเป็นการคงไว้ซึ่งผลทางการเรียนหรือความสามารถของนักเรียนในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาหรือมีประสบการณ์มาก่อน หลังจากที่ทิ้งช่วงไประยะหนึ่งหรือหมายถึงการเกิดความคงทนในการเรียนรู้นั่นเอง (Adam, 1967, p. 9) นอกจากนั้นแล้ว การใช้คอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือแบบจำลองที่มีผู้สร้างไว้แล้วในระบบคอมพิวเตอร์ จำลองปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติหรือกระบวนการต่าง ๆ ตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้นักเรียนในการสำรวจและค้นหา เรียนรู้และทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนจากเหตุการณ์หรือสถานการณ์ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงได้ (อลิศรา ชูชาติ, 2549, น. 192) ส่งผลให้ไม่เพียงแต่นักเรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนหลังการเรียนไปแล้วเท่านั้น แต่นักเรียนจะสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ แม้ว่าระยะเวลาจะผ่านไปก็ตาม เนื่องจากนักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยณรงค์ แก้วสุก (2550, น. 101) ที่ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ ร่วมกับคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการสอนร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองทันทีและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนชีววิทยา สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรรณดี สันโห (2557, น. 98) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความคงทนในการเรียนรู้ด้านมโนมติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีความคงทนในการเรียนรู้ด้านมโนมติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ ครูควรมีการปฐมนิเทศก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง เข้าใจวิธีปฏิบัติกิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นและช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น

5.3.1.2 เพื่อให้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่มีประสิทธิภาพ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงประสบการณ์และพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้ในการคิดวิเคราะห์

5.3.1.3 ในการจัดการเรียนการสอนแบบค้นพบ ครูไม่ควรปิดกั้นวิธีคิดของนักเรียน ควรให้นักเรียนได้แสดงออกวิธีคิดที่แปลกใหม่ พร้อมแสดงเหตุผลในความคิด ส่งเสริมและให้กำลังใจแก่นักเรียนที่กล้าแสดงออก มีการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยในครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์อย่างต่อเนื่อง และนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของครูให้ดีขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.3.2.2 ควรพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อไปพัฒนาความสามารถในการคิดแบบอื่น ๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแบบมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2548). *แนวทางการจัดทำหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง *กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช (2551)*. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2547). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ซัดเซลมีเดีย.

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *แนวทางการนำมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน. (2545). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

ฆนัท ธาตุทอง. (2554). *สอนคิด: การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

จักรภพ ธาตุสุวรรณ. (2549). *สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์*. เชียงใหม่: สถานบริการพยาบาล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จีรนัน นูตา. (2558). *การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

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

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชวาล แพรัตนกุล. (2546). *ความรู้และการรับรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 3), กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์.

ชวาล แพรัตนกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล*. (พิมพ์ครั้งที่ 7) กรุงเทพมหานคร: วิฑูรย์การปก.

ชัยพร วิชชาวุธ. (2550). *มูลสารจิตวิทยา*, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ.(2553). *การออกแบบพัฒนาโปรแกรมบทเรียนและบทเรียนบนเว็บ*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ณรงค์ กาญจนะ. (2553). *เทคนิคและทักษะการสอนเบื้องต้น เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2544). การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน, *ศึกษาศาสตร์สาร*. 28 (1) (มกราคม - มิถุนายน 2544), 51-105.

ถวิล ธาราโภชน์ และศรัณย์ ดำริสุข. (2545). *พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาคน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ทิศนา แขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนายุต จันทราเขต. (2549). *ชุดกิจกรรมหน่วยการเรียนรู้ระบบนิเวศกับแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติโดยใช้การเรียนรู้แบบค้นพบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดชลบุรี*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

นริศรา จันทะนาม. (2553). *การศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารในชีวิตประจำวันโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)*.(รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การพัฒนาการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545).. *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค พริ้นติ้ง .

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). *การพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค พริ้นติ้ง.

ไพศาล วรคำ. (2561). *การวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 9), มหาสารคาม. ตักสิลาการพิมพ์.

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *วิธีสอนคณิตศาสตร์*. ในศึกษาศาสตร์ (บก.),*วิชาการสอนคณิตศาสตร์*, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ยุพิน พิพิธกุล. (2545*) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ยุคปฏิรูปการศึกษา*. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.

มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). *สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ยุวารี ปิยะมาตย์. (2554). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบสถานการณ์จำลองเรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต) สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสาร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*. นครราชสีมา.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุริวิยาสาส์น.

วนิช สุธารัตน์. (2544). *ความคิดและสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). พระนครศรีอยุธยา: สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

วรรณี ลิมอักษร. (2546), *จิตวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). สงขลา: ภารกิจเอกสารและตำรา มหาวิทยาลัยทักษิณ.

วรรธนภรณ์ ศรีสุข. (2553). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบางหัวเสือ. (ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ: *มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี*.

วราภรณ์ สินถาวร. (2552). การประยุกต์แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบค้นพบเพื่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI). *วารสารคณะครุศาสตร์, 2 (2),* 88-91

วิสาคร เศษรักษา. (2551). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศินุพล พิมพ์พก. (2550) *ผลการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4* . เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิลารัตน์ สุริยวงศ์. (2554). *ผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 7 อี เรื่อง แสงและการเกิดภาพ ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา จังหวัดศรีสะเกษ* (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต).กรุงเทพฯ: *มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*.

ศุภชัย ทวี. (2551). *สารัตถะการสอนวิทยาศาสตร์*. นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา (STEM Education),* กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการประเมินคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ องค์กรมหาชน. (2558). *มาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก: บทสรุปสำหรับผู้บริหารโรงเรียนบรบือวิทยาคาร (พ.ศ. 2554-2558)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการประเมินคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ องค์กรมหาชน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สมศักดิ์ จั่นผ่อง. (2552). ผลของเกมเบสอีเลิร์นนิ่ง (GBeL) ที่ใช้หลักการเรียนรู้รวมกันแบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้แบบค้นพบที่ส่งผลต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีแบบการเรียนต่างกันมหาวิทยาลัยขอนแก่น.*วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 14 (3).*

สิริพร ทิพย์คง. (2545) *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.

สิริอร วิชชาวุธ และ คณะผู้เขียน. (2552). *จิตวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2552). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุเทพ แปลงทับ. (2547) *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* (วิทยานิพนธ์ กศ.ม.). *มหาสารคาม* : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุภาพร หอมคำ. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ภาษาไทยเรื่องการอ่านสะกดคำที่ใช้สระประสมที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ BBL.* (การศึกษาค้นคว้าอิสระ, กศ.ม. หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

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

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้* : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

อรัญญา สถิตไพบูลย์. (2550). *การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อลิศรา ชูชาติ. (2549). เสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่าน ICT. ในอลิศรา ชูชาติ อมรา รอดดารา สร้อยสน สกลรักษ์ (บรรณาธิการ), *นวัตกรรมการ จัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อังคณา ชาติพันธ์จันทร์. (2554) *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) เรื่องแสงและการมองเห็น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อัมพร ม้าคะนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อุบล อรรคแสง. (2551). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). (ม.ป.พ.)

Alessi, S. M. and Trollip, S. R. (1991). *Computer-based instruction: Methods and development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Athanassios Jimoyiannis and Vassilis Komis. (2000). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education 36 (2001)*: Elsevier Science Ltd. 183-204.

Biggs, Edith E. *Investigational Methods in Shulman , Lee S. & Reislak, Evan R. Learning by Discovery : a Critical Appraisal*. Chicago: Rand McNally, 1968.

Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Hand book 1: Cognitive Domain*. London: Longman Group Limited.

Bruner, Jerome. (1960). *The Process of Education.* Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Cândida Sarabandoa, José P. Cravino, Armando A. Soares. (2013). Contribution of a computer simulation to students' learning of the Physics concepts of weight and mass.

Carlos Delgado-Kloos . (2015). Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study. *IEEE Transactions on Education*, VOL. 58, NO. 3, august 2015.

Clark, Leonard.; & Starr, Irving S. (1986). *Secondary and Middle School Teaching Methods.* New York: Macmillan.

Cooney, T. J., E. J. Davis and K.B. Henderson. (1975). *Dynamics of Secondary School Mathematics*. Boston: Houghton Mifflin.

De Cecco, John P.(1968). *The Psychology of Learning and Instruction*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Heinich, Robert and others. (1999). *Instructional media and technologies for learning*. 6th ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall.

Heinich, Robert, Micheal Molenda and Jame D. Russell. (1993*). Instructional media and the new technologies of instruction*. 4th Ed. New York: Macmillan.

Hyman, Ronald T.(1974). *Way of Teaching*. New York: Harper & Row.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

I Kaniawati, A Samsudin, Y Hasopa, A D Sutrisno and E Suhendi. (2016). The Influence of Using Momentum and ImpulseComputer Simulation to Senior High SchoolStudents' Concept Mastery. *6th Asian Physics Symposium 6, Journal of Physics: Conference Series 739*. Indonesia.

Jones, Phillips and Ann Arbor. Discovery Teaching from Socrates to Modernity. *The Mathematics Teacher*. 63, 6(October 1970): 501-508.

Knapp, L. R., & Glenn, A. D. (1996*). Restructuring schools with technology*. Boston: Allyn & Bacon.

Krulik, Stephen and Ingrid E. Weise. (1975). *Teaching Secondary School Mathematics*. Philadephia: W.B. Saunders.

Lardizabal, Amparo S. and others. (1969). *Methods and Principles of Teaching*. Quezon City: Phoenix Press.

Maslow, A. (1954). *H. Motivation and Personality*. (n.p.) : Harper & Row.

Marzano, Robert J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Education Objective*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc.

Piaget, J. (1969). *The origins of Intelligence in Children*, New York: W.W. Norton.

Piaget, J. (1964). Cognitive Development in Children. *Journal of Research in Science Teaching* 2: 170 - 186.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 32203

เรื่อง การสะท้อนของแสง หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แสงเชิงรังสี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1/2562 จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/… ใช้สอนวันที่ ……เดือน..... พ.ศ. 2562 เวลา ……..…. น.

สอนโดย นางสาวณัชชา อยู่นาน

---

1. สาระการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

ข้อ 2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. สาระสำคัญ

การสะท้อนของแสง คือรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติ (เส้นแนวฉาก) จะอยู่ในระนาบเดียวกัน นอกจากนี้มุมตกกระทบและมุมสะท้อนจะมีค่าเท่ากันเสมอจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวตั้งฉากต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบ (θ_i) เท่ากับมุมสะท้อน (θ_r) ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ

รังสีสะท้อนจะมีความเป็นระเบียบถ้าระนาบการสะท้อนเป็นผิวเรียบ รังสีสะท้อนจะไม่เป็นระเบียบถ้าระนาบมีผิวขรุขระ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาราบได้ (K)
2. อธิบายความหมายของระยะภาพและระยะวัตถุได้ (K)

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะภาพและระยะวัตถุได้ (P)

4. ความตรงต่อเวลา ความสนใจใฝ่รู้ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

ความรู้

- ตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาราบ
- ความหมายของระยะภาพและระยะวัตถุ

ทักษะ/กระบวนการ

- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะภาพและระยะวัตถุ

คุณลักษณะ

- ความตรงต่อเวลา
- ความสนใจใฝ่รู้
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Discovery Learning)

5.1 ขั้นกำหนดปัญหา (5 นาที)

ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับการเห็นภาพในกระจกและยกตัวอย่างอื่นๆประกอบ เพื่อให้สรุปได้ว่า การมองเห็นวัตถุนั้น ต้องมีแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบ แล้วแสงสะท้อนเข้าตาทำให้มองเห็นวัตถุนั้น และให้ความรู้ว่าแสงเป็นคลื่น เนื่องจากมีสมบัติของคลื่น 4 ประการคือ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน ซึ่งเราจะเริ่มต้นศึกษาเรื่องการสะท้อนของแสงในคาบเรียนวันนี้

5.2 ขั้นแนะแนวทางในการทำกิจกรรมในบทเรียน (15 นาที)

1. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับการเห็นภาพในกระจกเงาราบและอธิบายว่า เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบ เราสามารถมองเห็นตัววัตถุเองและภาพของวัตถุนั้นจากกระจกเงาราบ ซึ่งอธิบายได้ด้วยกฎการสะท้อนของแสงมาช่วยในการเขียนรังสีของแสง

2. ครูอภิปรายการหาตำแหน่งของภาพจากกระจกเงาราบ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่มีความสูงหรือมีรูปทรงเช่น กล่อง เก้าอี้ เทียนไข และชี้ว่าภาพที่เกิดขึ้นเป็น ภาพเสมือน

3. ครูอธิบายให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับโปรแกรมจำลองสถานการณ์ที่จะต้องทำกิจกรรมเรื่อง การสะท้อนของแสง

5.3 ขั้นค้นพบด้วยตัวเอง (50 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรมเรื่อง การสะท้อนของแสง จากโปรแกรมจำลองสถานการณ์ PhET และให้นักเรียนแสกน QR-Code เพื่อเชื่อมเข้าไปยังไฟล์โปรแกรมจำลองสถานการณ์และทำกิจกรรม

2. ครูและนักเรียนอภิปรายสรุป เกี่ยวกับกฎการสะท้อน เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้

- รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก อยู่ในระนาบเดียวกัน

- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ ไม่ว่าผิวสะท้อนจะมีลักษณะอย่างไร

- ถ้ารังสีตกกระทบตั้งฉากกับผิววัตถุ รังสีสะท้อนจะสะท้อนกลับในแนวเดิม

3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับกระจกเงาราบ และให้นักเรียนคำนวณหาภาพที่เกิดขึ้นจากกรณีต่างๆในโปรแกรมจำลองสถานการณ์

4. ครูให้ความรู้เรื่อง แพรัลแลกซ์ ว่าเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่ปรากฏต่อสายตาเมื่อมองวัตถุนั้นในทิศต่างๆกัน เราจะใช้แพรัลแลกซ์ในการตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุ 2 สิ่งว่าอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันหรือไม่ และให้นักเรียนลองทำดู

5. ครูและนักเรียนอภิปรายสรุปความรู้ ด้วยประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) กฎการสะท้อนของแสง กล่าวว่าอย่างไร (1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวตั้งฉากต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน 2. มุมตกกระทบ เท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ)

2) ตำแหน่งและขนาดของภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (ระยะภาพ = ระยะวัตถุ และ ขนาดภาพ = ขนาดวัตถุ)

3) จำนวนภาพที่เกิดจากการวางวัตถุไว้ระหว่างกระจก 2 บานที่วางขนานกันเป็นเท่าใด (เกิดภาพมากมายไม่มีที่สิ้นสุด)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4) แพรัลแลกซ์ หมายความว่าอย่างไร (แพรัลแลกซ์ หมายถึง การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่ปรากฏต่อสายตา เมื่อมองวัตถุนั้นในทิศต่างๆกัน)

5) จงบอกประโยชน์ของกระจกเงาราบ 1. ใช้ส่องดูเพื่อช่วยแต่งตัว 2. ใช้ติดรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เพื่อดูรถที่อยู่ด้านหลัง 3. ใช้ติดกับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เพื่อสะท้อนภาพไปยังฉาก)

5.4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (30 นาที)

1. ครูตั้งคำถามว่า ในการที่บุคคลผู้หนึ่งต้องการจัดกระจกสักบานเพื่อส่องให้เห็นเต็มตัวจะต้องทำอย่างไร (จะต้องใช้กระจกสูงอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของความสูงของบุคคลนั้นและต้องแขวนกระจกอยู่กึ่งกลางระหว่างระดับศีรษะและนัยน์ตา)

2. ครูยกตัวอย่างโจทย์ เกี่ยวกับการสะท้อนของแสง

ตัวอย่าง ชายคนหนึ่งสูง 180 cm ยืนห่างจากเสาไฟฟ้าต้นหนึ่งเป็นระยะ 3 m บนยอดเสามีดวงไฟเล็กๆ ติดอยู่ปรากฏว่า จะเกิดเงาของตัวเขาบนพื้นมีขนาดความยาวเท่ากับความสูงของเขาพอดี จงหาว่าถ้าเขาเดินไปข้างหน้าอีกเป็นระยะ 2 m เงาของเขาบนพื้นจะมีความยาวเท่าไร

<u>วิธีทำ</u>

หาความสูงเสาไฟฟ้า

ΔABC คล้ายกับ ΔDEC

$$\frac{AB}{BC} = \frac{y}{EC}$$

$$\frac{1.8}{1.8} = \frac{y}{3+1.8}$$

$$y = 4.8 \text{ m}$$

หาระยะเงา x เมื่อเดินไปอีก 2 m

ΔDEH คล้ายกับ ΔGFH

$$\frac{DE}{EH} = \frac{GF}{FH}$$

$$\frac{4.8}{3+2+x} = \frac{1.8}{x}$$

$$x = 3 \text{ m}$$

ดังนั้น เงาของชายคนนี้บนพื้นมีความยาว 3 m

5.5 ขั้นวัดและประเมินผล (10 นาที)

1. ครูทำการประเมินผลการเรียนรู้ที่ได้ จากการทำใบงานและแบบทดสอบและการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ เพิ่มเติมเล่ม 3
2. โปรแกรมจำลองสถานการณ์ เรื่อง การสะท้อนของแสง
3. ใบกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของแสง
4. ใบงานเรื่อง การสะท้อนของแสง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือ/วิธีการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
พุทธิพิสัย - ตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกเงาราบ - ความหมายของระยะภาพและระยะวัตถุ	-ใบงาน เรื่อง การสะท้อนของแสง	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ทักษะพิสัย - วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะภาพและระยะวัตถุพิสัย - คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวกับการเกิดภาพและระยะวัตถุ	-ใบงาน เรื่อง สะท้อนของแสง - ใบกิจกรรม เรื่อง สะท้อนของแสง - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านจิตพิสัย - ความตรงต่อเวลา - ความสนใจใฝ่รู้ - ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	-สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน - แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับ 2 ขึ้นไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบความรู้

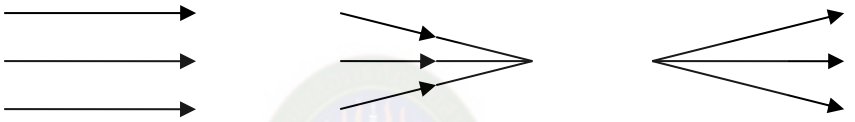
วิชาฟิสิกส์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง การสะท้อนของแสง **เวลา 2 ชั่วโมง**

การสะท้อนของแสง

การที่เรามองเห็นวัตถุต่างๆ ได้ เพราะมีแสงจากวัตถุนั้นมาเข้าตาเรา ถ้าไม่มีแสงจากวัตถุมาเข้าตา จะเห็นวัตถุนั้นเป็นสีดำ

รังสีของแสง เป็นเส้นที่แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง เขียนแทนด้วยเส้นตรงมีหัวลูกศร รังสีแสงแบ่งเป็น 3 แบบ คือ รังสีขนาน รังสีลู่เข้า และรังสีลู่ออก



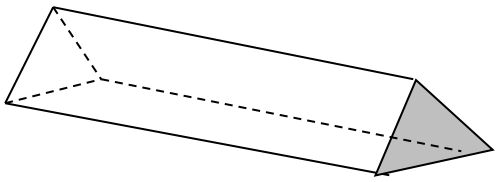
รังสีขนาน รังสีลู่เข้า รังสีลู่ออก

วัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีจะมีลักษณะเป็นผิวเรียบ มัน เช่น กระจกเงาราบ เป็นต้น

ประโยชน์การสะท้อนของแสงบนกระจกเงา

1. ใช้ส่องดูตัวเอง ภาพที่มองเห็นจะเป็นภาพเสมือนมีขนาดและระยะเท่ากับวัตถุ แต่กลับซ้ายเป็นขวากับวัตถุ ซึ่งเรียกว่า “ปรัศวภาวิโลม”

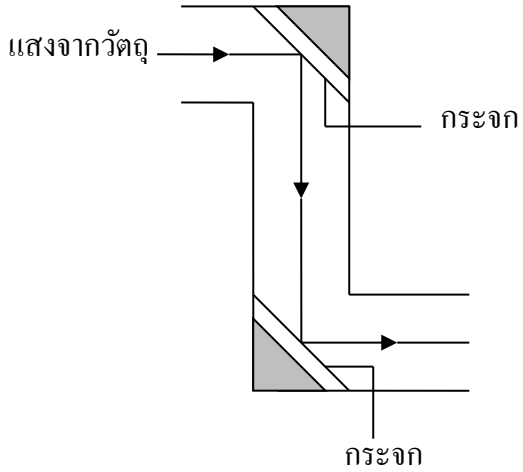
2. ใช้ทำกล้องสลับลายหรือกล้องคาไลโดสโคป ซึ่งทำด้วยกระจกเงาราบยาว 3 แผ่น นำมาประกบทำมุมกัน 60 องศา ดังรูป เมื่อปิดทางด้านหนึ่งแล้วนำกระดาษสีใส่ลงไป แล้วมองเข้าไปดูจะเห็นเป็นลวดลายสวยงามที่เกิดจากการสะท้อนของแสงภายในกล้อง



รูป กล้องสลับลายหรือกล้องคาไลโดสโคป

3. ใช้ทำกล้องดูแห่หรือกล้องเรือดำน้ำอย่างง่าย (กล้องเพอริสโคป) ประกอบด้วย กระจาเงาระนาบ 2 แผ่นวางทำมุม 45 องศา เพื่อช่วยในการสะท้อนแสง นำไปใช้ส่องดูขบวนแห่ในกรณีที่เรายืนอยู่ด้านหลัง แล้วมองไม่เห็นขบวนแห่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูป 3.2 กล้องดูแห่หรือกล้องเพอริสโคป

4. การใช้กระจกเงาโค้ง (กระจกนูน) ติดข้างรถยนต์เพื่อให้มองเห็นภาพจากด้านหลังให้ได้มุมกว้างกว่าปกติ

5. การใช้กระจกนูนติดไว้ในห้างสรรพสินค้าหรือบริเวณริมถนนซึ่งเป็นทางแยก

6. การใช้กระจกเว้าของทันตแพทย์เพื่อตรวจฟันคนไข้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบกิจกรรม

วิชาฟิสิกส์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง การสะท้อนของแสง **เวลา 2 ชั่วโมง**

รายชื่อสมาชิก

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ..... ชั้น..... เลขที่.....

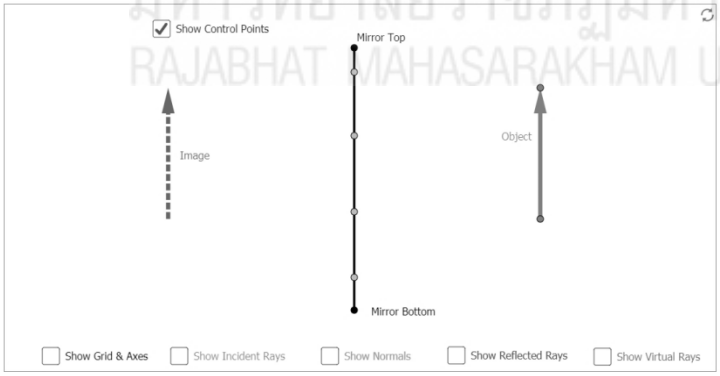
วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนได้ทราบการเกิดภาพและระยะภาพ

วิธีทำ

ให้นักเรียนเปิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



เมื่อวัตถุอยู่ด้านบนกระจก จงวาดเส้นรังสีสะท้อน และวาดภาพที่ได้

เมื่อวัตถุอยู่กึ่งกลางด้านหน้าของกระจก จงวาดเส้นรังสีสะท้อน และวาดภาพที่ได้

จากการทำกิจกรรม สรุปได้ว่า

กฎการสะท้อนของแสง กล่าวว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ตำแหน่งและขนาดของภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำถามท้ายการทดลอง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อแนวลำแสงจากเลเซอร์ตกกระทบกับผิวของกระจกเงาราบ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร

ตอบ……

2. แนวลำแสงที่ออกจากเลเซอร์ไปกระทบกับผิวของกระจกเงาราบ เรียกว่าอะไร

ตอบ……

3. แนวลำแสงที่พุ่งออกจากกระจกเงาราบ ณ จุดที่แสงตกกระทบ เรียกว่าอะไร

ตอบ……

4. เส้นตั้งฉากตรงจุดที่แสงตกกระทบบนกระจกเงาและสะท้อนพอดี เรียกว่าอะไร

ตอบ……

5. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉากอยู่ในระนาบเดียวกันหรือไม่

ตอบ……

6. มุมตกกระทบ และมุมสะท้อนที่ผิวสะท้อนทั้งสาม มีขนาดเท่ากันหรือไม่

ตอบ……

7. ถ้ารังสีตกกระทบตั้งฉากกับผิวสะท้อน รังสีสะท้อนจะมีลักษณะอย่างไร

ตอบ……

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใบงาน

วิชาฟิสิกส์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

เรื่อง การสะท้อนของแสง **เวลา 2 ชั่วโมง**

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลจาก ใบความรู้ หรืออินเตอร์เน็ต แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.ชายคนหนึ่งสูง 184 เซนติเมตร ยืนมองดูภาพตัวเองในกระจกเงาราบซึ่งติดไว้ที่ฝาผนัง ถามว่ากระจกเงาจะต้องมีความสูงอย่างน้อยที่สุดเท่าไร และต้องติดไว้สูงจากพื้นดินเท่าไร ชายคนนั้นจึงจะเห็นภาพเขาตัวทั้งตัวในกระจกเงานี้ ถ้าตาเขามองอยู่สูงจากพื้น 166 เซนติเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

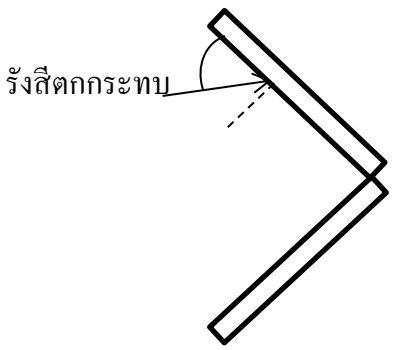
.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. กระจกเงาระนาบ 2 บาน วางทำมุมกัน 90^{o} ดังรูป มุมสะท้อนของกระจกบานที่ 2 มีค่ากี่องศา



เกณฑ์การให้คะแนนใบงาน

เรื่อง การสะท้อนของแสง

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน		
	2	**1**	**0**
1-2	- วาดรูปได้ถูกต้องครบองค์ประกอบ - เขียนสูตรได้ถูกต้องครบถ้วน - การแทนค่าในสูตรถูกต้อง - คำตอบถูกต้อง ใส่หน่วยถูกต้อง	- วาดรูปได้ถูกต้อง แต่อาจใส่องค์ประกอบคลาดเคลื่อน - เขียนสูตรที่ใช้ไม่ครบถ้วน - การแทนค่าในสูตรไม่ครบถ้วนหรืออาจคลาดเคลื่อน - คำตอบไม่ครบถ้วน บอกหน่วยผิด	- วาดรูปไม่ถูกต้อง - เขียนสูตรที่ใช้ไม่ถูกต้อง - แทนค่าในสูตรไม่ถูกต้อง - คำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การผ่าน : ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกณฑ์แบบประเมินผลงานกลุ่ม ใบกิจกรรม การสะท้อนของแสง

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน/ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. การวางแผนวิธีการทดลอง	มีการวางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองถูกต้องเหมาะสมกับเวลา สามารถเลือกใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม	มีการวางแผนและออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือในการเลือกเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการวางแผนการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง การเลือกเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์
2. การปฏิบัติการทดลอง	ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนอย่างถูกต้อง	ต้องการคำแนะนำในดำเนินการทดลองบางครั้ง	ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดการดำเนินการทดลอง
3.การนำเสนอ (บันทึกการทดลองและเขียนรายงานการทดลอง)	บันทึกผลการทดลองและลงข้อสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง รัดกุม เขียนรายงานการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ เป็นขั้นตอนชัดเจน	บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองได้ แต่เขียนรายงานทดลองไม่เป็นขั้นตอนที่สมบูรณ์	ต้องให้คำแนะนำในการบักทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง รวมถึงการเขียนรายงานผลการทดลอง

หมายเหตุ

เกณฑ์การวัดผล ประเมิน 3 องค์ประกอบ คะแนนเต็ม 9 คะแนน เกณฑ์การตัดสินแบ่งเป็นระดับคุณภาพดังนี้

ระดับ 3	8 - 9	คะแนน	ดี
ระดับ 2	6 - 7	คะแนน	ปานกลาง
ระดับ 1	4 - 5	คะแนน	พอใช้
ระดับ 0	ต่ำกว่า 4	คะแนน	ปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสินผ่าน นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ระดับ 2 “ปานกลาง” ขึ้นไป ถือว่าผ่านการประเมินตามจุดประสงค์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์
เรื่อง แสงเชิงรังสี
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

นิยามศัพท์

การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาข้อสรุปด้วยวิธีการต่าง ๆ และหาข้อสรุปหรือคำตอบด้วยตนเองผ่านกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้นหรือเป็นผู้ส่งเสริมให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางตาม ความสนใจของผู้เรียน รวมถึงแนะแนวทางการศึกษาหาความรู้ การวิเคราะห์ และการสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษา แล้วให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาที่อาจเกิดจากการสังเกต เปรียบเทียบ จนสามารถค้นพบคำตอบหรือหาข้อสรุปได้ด้วย แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน บอกถึงขอบเขตถึงเนื้อเรื่อง และเป็นการทบบวนบทเรียน, การสร้างความสนใจของนักเรียนเพื่อให้เกิดการค้นพบจากประสบการณ์/ความรู้เดิม อาจสร้างความสนใจโดยการกำหนดขึ้นมาหรือกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงจากความรู้เดิมหรือประสบการณ์

ขั้นที่ 2 แนะแนวทางในการทำกิจกรรมในบทเรียน โดยการอธิบายกติกาหรือสิ่งที่นักเรียนควรรู้ในการทดลองหรือกิจกรรมของเรื่องนั้นๆ

ขั้นที่ 3 ค้นพบด้วยตัวเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลอง หรือคิดแก้ปัญหาด้วยตัวเอง โดยครูมีหน้าที่แนะแนวทางการนำข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะใช้วิธีการให้ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ ซักถาม โต้ตอบ หรืออภิปรายผลการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ให้นักเรียนได้อภิปรายผลการทำกิจกรรม และแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดและประเมินผล เป็นการตรวจสอบแนวคิดหลักที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองจากการทำใบงาน รวมถึงการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ หรือสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้กระบวนการ ตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองที่ผู้สร้างไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยการนำไปใช้ในการสอนเพื่อเพิ่มแรงจูงใจ ในการเรียนให้แก่ผู้เรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้ ใช้เพื่อหาคุณภาพด้านความเหมาะสมของ**แผนการจัดการเรียนรู้**โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แสดงความคิดเห็นของท่านโดยใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องความคิดเห็นพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

มีค่าประเมินเหมาะสมที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5
มีค่าเหมาะสมมาก	มีค่าเท่ากับ	4
มีค่าเหมาะสมปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3
มีค่าเหมาะสมน้อย	มีค่าเท่ากับ	2
มีค่าเหมาะสมน้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ …… เรื่อง .....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้					
2. สาระสำคัญ					
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
3.4 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน					
4. เนื้อหา					
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
4.4 สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน					
5. กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การวัดและประเมินผล					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน					
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
5.4 เร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้					
5.5 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					
6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้					
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม					
6.3 เร้าความสนใจต่อผู้เรียน					
7. การวัดและประเมินผล					
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
7.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้					
7.4 วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้					
7.5 เครื่องมือที่ใช้วัดเหมาะสมกับผู้เรียน					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดการคิดวิเคราะห์
เรื่อง แสงเชิงรังสี
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

นิยามศัพท์

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่มีความสามารถแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ ออกเป็นส่วนย่อยๆ หรือจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆ สามารถตีความหรืออธิบายสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่างๆ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง หรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้ จนกระทั่งสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ได้ วัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วัดเป็นแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่ออกแบบตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom) (Bloom, 1956, pp. 201-207) ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ความสำคัญ เปิดการถามให้ค้นหามูลเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวนั้นๆ โดยใช้ทักษะวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นคำอนุมานหรือสมมติฐานวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นคำสรุปหรือคำอ้างอิงสนับสนุน วิเคราะห์ว่าข้อสรุปนั้นมีอะไรสนับสนุน วิเคราะห์หาข้อผิดพลาด

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ค้นคว้าว่าความสำคัญย่อยๆ ของ เรื่องราวนั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร พาดพิงอย่างไร ยึดทฤษฎีอะไรเป็นหลัก โดยพิจารณาว่าอะไรเป็น สาเหตุสิ่งนั้นๆ เรื่องนั้น สิ่งใดเป็นผลของการกระทำนั้น บุคคลหรือบทความนั้นยึดหลักทฤษฎีใด บทความนี้มีข้ออนุมานใด คำกล่าวขยายสนับสนุนหรือคัดค้านอะไร ข้อสรุปยึดเหตุผลข้อไหน ของคู่ใด มีความสัมพันธ์กันมากน้อย ถ้าเกิดสิ่งนั้นสิ่งใดจะเกิดตามมายกเรื่องราวข้อเท็จจริงมาวิเคราะห์ว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามให้ค้นว่าเรื่องราวนั้นๆ อาศัยหลักการและ ระเบียบในการจัดโครงสร้างอย่างไร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้ ใช้เพื่อหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ จึงขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์ แล้วทำเครื่องหมาย √ ในผลการพิจารณา พร้อมข้อเสนอแนะ (ถ้ามี)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดการคิดวิเคราะห์

ผลการเรียนรู้	สถานการณ์	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณา		
			สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
1. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไป	**สถานการณ์ที่ 1** เมื่อนักเรียนยืนอยู่กลางแดดแล้วแบมือยื่นแขนออกไปขนานกับแนวราบ เงามือของนักเรียนปรากฏที่พื้น สังเกตเงาที่มองเห็น	1. เงามือของนักเรียนที่มองเห็นมีลักษณะอย่างไร (การวิเคราะห์ความสำคัญ) ก. เงามีความคมชัดมาก ข. เงาไม่คมชัดมากนัก ค. เห็นเงาเพียงครึ่งเดียวในทางซ้าย ง. เห็นเงาเพียงครึ่งเดียวในทางขวา จ. ไม่เห็นเงาใดเลย			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการเรียนรู้	สถานการณ์	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณา		
			สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน		2. นักเรียนใช้หลักการใดในการสังเกตปรากฏการณ์ (การวิเคราะห์หลักการ) ก. เงามืด และเงามัว ข. การหักเหของแสงอาทิตย์ ค. การรวมกันของแสง ง. โพลาไลเซชั่น จ. การกระจายของแสง			
		3. หากต้องการให้เงาปรากฏชัดจะต้องทำอย่างไร (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์) ก. วัตถุอยู่ใกลแหล่งกำเนิดแสงมากๆ ข. วัตถุอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงเท่ากับระยะจากพื้น ค. วัตถุอยู่ใกล้กับฉากมากที่สุด			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการเรียนรู้	สถานการณ์	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณา		
			สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
		(ง.) วัตถุอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดแสงมากที่สุด จ. วัตถุอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงเป็นสองเท่าของระยะฉาก			

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ……...

(…….....……)

ผู้เชี่ยวชาญ

(ตัวอย่าง)

แบบวัดการคิดวิเคราะห์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

.....

สถานการณ์ที่ 1 (ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3)

เมื่อนักเรียนยืนอยู่กลางแดดแล้วแบมือยืนแขนออกไปขนานกับแนวราบ เงามือของนักเรียนปรากฏที่พื้น สังเกตเงาที่มองเห็น

1. เงามือของนักเรียนที่มองเห็นมีลักษณะอย่างไร

ก. เงามีความคมชัดมาก

ข. เงาไม่คมชัดมากนัก

ค. เห็นเงาเพียงครึ่งเดียวในทางซ้าย

ง. เห็นเงาเพียงครึ่งเดียวในทางขวา

จ. ไม่เห็นเงาใดเลย

2. นักเรียนใช้หลักการใดในการสังเกตปรากฏการณ์

ก. เงามืด และเงามัว

ข. การหักเหของแสงอาทิตย์

ค. การรวมกันของแสง

ง. โพลาไลเซชั่น

จ. การกระจายของแสง

3. หากต้องการให้เงาปรากฏชัดจะต้องทำอย่างไร

ก. วัตถุอยู่ไกลแหล่งกำเนิดแสงมากๆ

ข. วัตถุอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงเท่ากับระยะจากพื้น

ค. วัตถุอยู่ใกล้กับฉากมากที่สุด

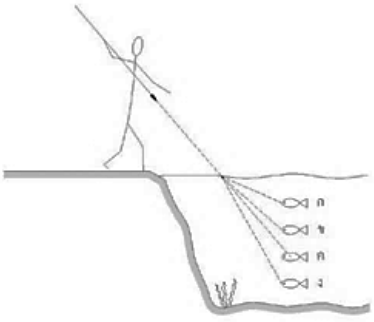
ง. วัตถุอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดแสงมากที่สุด

จ. วัตถุอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงเป็นสองเท่าของระยะฉาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 2 (ใช้ตอบคำถามข้อ 4-6)

จากรูป ชายคนหนึ่งกำลังล่าปลาโดยใช้ไม้ปลายแหลม



4. ถ้าเขามองเห็นปลาที่ตำแหน่ง ค เขาต้องพุ่งไม้ไปที่ตำแหน่งใด จึงมีโอกาสถูกตัวปลา

ก. ก

ข. ข

ค. ค

ง. ง

จ. บริเวณผิวน้ำ

5. ข้อความที่สัมพันธ์กันมากที่สุดจากเหตุการณ์นี้คือข้อใด

ก. ชายกับไม้แหลม

ข. ไม้แหลมกับปลา

ค. แสงกับอากาศ

ง. น้ำกับแสง

จ. ไม้แหลมกับน้ำ

6. ใช้หลักการใดในวิชาฟิสิกส์มาอธิบายเหตุการณ์นี้

ก. ปรากฏการณ์ลึกจริงลึกปรากฏ

ข. ปรากฏการณ์มิราจ

ค. ปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำ

ง. ปรากฏการการณ์สะท้อนของแสง

จ. ปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของแสง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 3 (ใช้ตอบคำถามข้อ 7-9)

" กล้องส่องพระ อยากเป็นเซียนต้องมี"

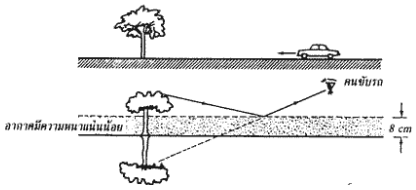
หลายๆ ท่านอาจจะไม่ทราบหรือทราบก็อาจจะไม่เชื่อ ว่ากล้องส่องพระของเซียนพระหรือคนที่จะเป็นเซียนพระนั้นสำคัญและต้องดูแลทะนุถนอมพอๆ กับน้องหรือหลานสาวของเราเลยทีเดียวเชียวแหละ เพราะกล้องส่องพระ บางตัวมีราคาถึงเรือนแสนเช่น Carl Zeiss Jena APL 10x, ฯลฯ ต้องดูแลทะนุถนอมเป็นอย่างดี อย่าให้ชื้น อย่าให้คนอื่นมาใช้ เวลาทำความสะอาดก็ต้องมีผ้าเช็ดอย่างดี น้ำยาอย่างดี จะเป็นเซียนต้องมีกล้องส่องพระดี สังเกตดูพวกที่ส่องพระตามข้างถนนมักจะมีกล้องส่องพระราคาถูกๆ เอามัดรวมกับพวงกุญแจ อิรุงตุงนังเต็มไปหมด เซียนจริงๆเขาแยกกล้องต่างหาก เวลาจะดูก็ค่อยๆ เอาออกมา ยิ่งเซียนเก่งๆ ดังๆ กล้องยิ่งดียิ่งแพง เพราะต้องการความคมชัด เจาะลึก มากเท่าไหร่ยิ่งดีเท่านั้น

7. จากสถานการณ์นี้กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญมากที่สุด
   ก. หลักการใช้กล้องส่องพระ
   ข. ยี่ห้อของกล้องส่องพระ
   ค. เหตุผลที่ต้องมีกล้องส่องพระ
   ง. อุปกรณ์สำคัญของเซียนพระ
   จ. ความสำคัญของกล้องส่องพระ
8. ข้อความที่สัมพันธ์กันมากที่สุดจากเหตุการณ์นี้คือข้อใด
   ก. เซียนพระกับกล้องส่องพระ
   ข. ยี่ห้อกับเซียนพระ
   ค. กล้องส่องพระกับพระเครื่อง
   ง. หลานสาวกับเซียนพระ
   จ. พระเครื่องกับการทำความสะอาด
9. ใช้หลักการใดในวิชาฟิสิกส์มาอธิบายเหตุการณ์นี้
   ก. ใช้เลนส์นูนย่อภาพ
   ข. ใช้เลนส์เว้าย่อภาพ
   ค. ใช้เลนส์นูนขยายภาพ
   ง. ใช้เลนส์เว้าขยายภาพ
   จ. ใช้กระจกนูนขยายภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 5 (ใช้ตอบคำถามข้อ 10-12)

ในขณะที่อากาศร้อนจัดมากเราขับรถยนต์ไปบนถนนในต่างจังหวัด มองตรงไปข้างหน้าไกล ๆ มีต้นไม้ต้นหนึ่งขวางอยู่ ดังรูป



10. ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอย่างไร

ก. มิราจ

ข. โอเอซิส

ค. รุ้ง

ง. ทรงกลด

จ. ลึกจริงลึกปรากฏ

11. ข้อความที่สัมพันธ์กันมากที่สุดจากเหตุการณ์นี้คือข้อใด

ก. อากาศร้อนกับรถยนต์

ข. อุณหภูมิกับแสงแดด

ค. รถกับถนน

ง. น้ำกับอากาศ

จ. แสงแดดกับน้ำ

12. ใช้หลักการใดในการอธิบายเหตุการณ์ดังกล่าว

ก. การสะท้อน

ข. การสะท้อนกลับหมด

ค. การเลี้ยวเบน

ง. การแทรกสอด

จ. การกระจายแสง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 6 (ใช้ตอบคำถามข้อ 13-15)

การทดสอบการมองเห็นสี (Colour vision test) มีหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้เนื่องจากทดสอบง่ายและใช้เวลาน้อย คือ การทดสอบอิชิฮารา (Ishihara test) เป็นการตรวจคร่าวๆ โดยอาศัยการแยกสีเขียวและสีแดง อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยแผ่นภาพจำนวน 24 แผ่น แต่ละแผ่นประกอบด้วยวงกลมเล็กๆจำนวนมากที่มีสีและขนาดต่างกันอยู่คละกัน ภายในวงกลมที่คละสีดังกล่าวจะมีการจัดเรียงตัวเลขหรือเส้นขดไปมา ซึ่งคนที่สายตาปกติมองดูแล้วจะอ่านได้ถูกต้อง แต่คนตาบอดสีแดงหรือสีเขียวจะไม่สามารถอ่านได้อย่างถูกต้อง

13. จากสถานการณ์นี้กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญมากที่สุด
   ก. ตาบอดสี
   ข. การทดสอบการมองเห็นสี
   ค. อุปกรณ์ทดสอบตาบอดสี
   ง. คนตาบอด
   จ. อาการของคนตาบอดสี
14. ข้อความที่สัมพันธ์กันมากที่สุดจากเหตุการณ์นี้คือข้อใด
   ก. ตาบอดสีเขียวและสีแดง
   ข. การทดสอบการมองเห็นสีกับตาบอดสี
   ค. ตาบอดกับอุปกรณ์ทดสอบตาบอดสี
   ง. คนปกติกับอิชิฮารา
   จ. คนปกติกับอาการของคนตาบอดสี
15. หลักการใดมีผลต่อการเกิดตาบอดสีเขียวและสีแดงมากที่สุด
   ก. เซลล์รูปกรวย ชนิด L ทำงานผิดปกติ
   ข. เซลล์รูปกรวย ชนิด Q ทำงานผิดปกติ
   ค. เซลล์รูปกรวย ชนิด P ทำงานผิดปกติ
   ง. เซลล์รูปกรวย ชนิด R ทำงานผิดปกติ
   จ. เซลล์รูปกรวย ชนิด S ทำงานผิดปกติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง แสงเชิงรังสี
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นิยามศัพท์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร ได้มาตามหลักการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย โดยจะวัดความรู้ความสามารถตามสาระที่เรียน เครื่องมือที่ใช้วัดเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี ตามขอบข่ายของผลการเรียนรู้ในทุกแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Bloom โดยพิจารณาพฤติกรรมด้านพุทธพิสัย 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบว่าผู้เรียนเมื่อผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนจะมีความรู้อยู่ในระดับใด

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อหาความเที่ยงตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. โปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับผลการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง (ถ้ามี)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการเรียนรู้	ผลการพิจารณา		
			สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
1. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไป	1. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดใด ก. คลื่นกล ข. คลื่นดล ค. คลื่นตามยาว (ง.) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จ. คลื่นนิ่ง	ความรู้ความจำ			
	2. ถ้าให้รังสีของแสงตกกระทบผิวสะท้อน 3 ชนิด คือ ผิวราบ ผิวโค้งนูน ผิวโค้งเว้า จากข้อความต่อไปนี้ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบสำหรับผิวราบ 2. มุมสะท้อนโตกว่ามุมตกกระทบสำหรับผิวโค้งนูน 3. มุมสะท้อนเล็กกว่ามุมตกกระทบสำหรับผิวโค้งเว้า	ความรู้ความจำ			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการเรียนรู้	ผลการพิจารณา		
			สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด (ก.) 1 ถูกข้อเดียว ข. 1 และ 2 ถูก ค. 1 และ 3 ถูก ง. 2 และ 3 ถูก จ. ถูกทั้งข้อ 1, 2 และ 3				
	3. กระจกมองหลังรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ เป็นกระจกเว้าหรือนูน และเกิดภาพชนิดใดในกระจก ก. กระจกเว้า ภาพจริง ข. กระจกเว้า ภาพเสมือน ค. กระจกนูน ภาพเสมือนจริง ง. กระจกเว้า ภาพเสมือนจริง (จ.) กระจกนูน ภาพเสมือน	ความเข้าใจ			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการเรียนรู้	ผลการพิจารณา		
			สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
	4. ปลาตัวหนึ่งว่ายอยู่ในน้ำลึก 1 เมตร ถ้าเรายืนบนบกมองผลาตัวนั้นโดยทำมุมเอียง 45 องศา กับผิวน้ำ เราจะเห็นปลาอยู่ลึกจากผิวน้ำเท่าไร ถ้าดรรชนีหักเหของน้ำและอากาศมีค่า 4/3 และ 1 ตามลำดับ (ก.) 0.63 เมตร ข. 1.63 เมตร ค. 0.70 เมตร ง. 1.70 เมตร จ. 0.60 เมตร	นำไปใช้			
	5. แสงเคลื่อนที่ในน้ำ (ดัชนีหักเห 4/3) ด้วยอัตราเร็วเท่าไร (ก.) 2.25×10^{8} เมตรต่อวินาที ข. 3.00×10^{8} เมตรต่อวินาที ค. 1.00×10^{8} เมตรต่อวินาที ง. 1.33×10^{8} เมตรต่อวินาที จ. 3.14×10^{8} เมตรต่อวินาที	นำไปใช้			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

ลงชื่อ……...

(……..)

ผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

.....

1. คลื่นแสงจัดเป็นคลื่นชนิดใด
   ก. คลื่นกล
   ข. คลื่นดล
   ค. คลื่นตามยาว
   ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
   จ. คลื่นนิ่ง

2. กระจกมองหลังรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์เป็นกระจกเว้าหรือนูน และเกิดภาพชนิดใดในกระจก
   ก. กระจกเว้า ภาพจริง
   ข. กระจกเว้า ภาพเสมือน
   ค. กระจกนูน ภาพเสมือนจริง
   ง. กระจกเว้า ภาพเสมือนจริง
   จ. กระจกนูน ภาพเสมือน

3. แสงเคลื่อนที่ในน้ำ (ดัชนีหักเห 4/3) ด้วยอัตราเร็วเท่าไร
   ก. 2.25×10^8 เมตรต่อวินาที
   ข. 3.00×10^8 เมตรต่อวินาที
   ค. 1.00×10^8 เมตรต่อวินาที
   ง. 1.33×10^8 เมตรต่อวินาที
   จ. 3.14×10^8 เมตรต่อวินาที

4. ตัวกลางชนิดใดแสงไม่สามารถผ่านได้
   ก. สุญญากาศ ข. กระจกเงา
   ค. น้ำทะเล ง. กระจกฝ้า
   จ. น้ำแดง

5. ปรากฏการณ์ใดต่อไปนี้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง
   ก. สีดอกไม้นานาชนิด
   ข. ส่องกล้องจุลทรรศน์ดูเซลพืช
   ค. กระจายแสงอาทิตย์โดยใช้ปริซึม
   ง. ฉีดน้ำให้เป็นละอองเพื่อดูการเกิดรุ้ง
   จ. มองเห็นน้ำนองบนถนนเมื่ออากาศร้อนจัด

6. ถ้าเราต้องการหยิบก้อนหินก้อนหนึ่งในบ่อเลี้ยงปลาทองน้ำตื้นสามารถมองเห็นก้อนหิน ได้ชัด ถ้าผู้สังเกตมองก้อนหินในแนวทำมุม องศากับแนวเส้นปกติ อยากทราบว่าใครสามารถหยิบก้อนหินได้ใกล้เคียงกับตำแหน่งจริงของก้อนหินมากที่สุด
   ก. เอ๋หยิบก้อนหินที่ตำแหน่งต่ำกว่าจุดที่เกิดภาพ
   ข. อ้อหยิบก้อนหินที่ตำแหน่งสูงกว่าจุดที่เกิดภาพ
   ค. เอยหยิบก้อนหินที่ตำแหน่งเท่ากับจุดที่เกิดภาพ
   ง. แอมหยิบก้อนหินที่ตำแหน่งผิวน้ำพอดี
   จ. อุ๋ยหยิบก้อนหินที่ตำแหน่งเหนือผิวน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. เมื่อต้องการดูเครื่องมือที่มีขนาดเล็ก เรามักจะใช้ " แว่นขยาย " ซึ่งทำด้วยเลนส์นูน เพราะภาพที่ภาพลักษณะใด

ก. มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ

ข. เป็นภาพเสมือนเสมอ

ค. เป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน และมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ

ง. เป็นภาพเสมือนใหญ่กว่าวัตถุ ที่ระยะวัตถุช่วงหนึ่ง

จ. เป็นภาพจริงเสมอ

8. จุดโฟกัสของเลนส์เว้าเกิดจากข้อใดต่อไปนี้

ก. รังสีหักเหของแสงขนานไปตัดกัน

ข. รังสีหักเหของแสงขนานไปตัดกันของแสงขนานไปตัดกัน

ค. เส้นสมมุติที่ลากย้อนหลังของรังสีหักเหของแสงขนานไปตัดกัน

ง. เส้นสมมุติที่ลากย้อนหลังของรังสีสะท้อนของแสงขนานไปตัดกัน

จ. จุดที่รังสีหักเหรังและสีหักเห ลากไปตัดกัน

9. ปรากฏการณ์ใดต่อไปนี้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสง

ก. สีดอกไม้นานาชนิด

ข. ส่องกล้องจุลทรรศน์ดูเซลพืช

ค. กระจายแสงอาทิตย์โดยใช้ปริซึม

ง. ฉีดน้ำให้เป็นละอองเพื่อดูการเกิดรุ้ง

จ. มองเห็นน้ำนองบนถนนเมื่ออากาศร้อนจัด

10. แสงมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตในการดำรงชีวิตข้อใดมีประโยชน์น้อยที่สุด

ก. แสงทำให้เกิดรุ้ง

ข. แสงใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ เกิดจากการวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนนั้นจะเป็นอาหารของพืช

ค. ช่วยให้โลกมีอุณหภูมิเหมาะสมกับการดำรงชีวิต

ง. ช่วยให้นักดาราศาสตร์สังเกตลักษณะของดาวฤกษ์ได้

จ. แสงทำให้เกิดให้เกิดฤดูกาลต่างๆ

11. รุ้งทุติยภูมิ เกิดจากการหักเหและสะท้อนกลับภายในละอองน้ำตรงกับข้อใด

ก. หักเห 1 ครั้ง สะท้อนกลับภายใน 2 ครั้ง

ข. หักเห 2 ครั้ง สะท้อนกลับภายใน 1 ครั้ง

ค. หักเห 1 ครั้ง สะท้อนกลับภายใน 1 ครั้ง

ง. หักเห 2 ครั้ง สะท้อนกลับภายใน 2 ครั้ง

จ. หักเห 2 ครั้ง สะท้อนกลับภายใน 3 ครั้ง

12. แสงสีใดไม่มีในสเปคตรัมของแสงอาทิตย์

ก. น้ำเงิน

ข. แสด

ค. เหลือง

ง. เทา

จ. เขียว

13. การเกิดตาบอดสี เกิดจากสาเหตุใด

1. ใช้สายตาเพ่งนานเกินไป

2. ล้างตาบ่อย

3. กรรมพันธุ์หรืออุบัติเหตุทางตา

ก. ข้อ 1 ถูก ข. ข้อ 2 ถูก

ค. ข้อ 3 ถูก ง. ข้อ 1 และ 2 ถูก

จ. ข้อ 1 และ 3 ถูก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

14. นาย ก ชวนเพื่อนไปเที่ยวดิสโก้เทค เพื่อนของเขาสวมหมวกสีเขียว เสื้อสีขาวมีลายมังกรสีแดงในดิสโก้เทคใช้แสงสว่างจากหลอดไฟสีเขียว นาย ก จะเห็นเพื่อนของเขาแต่งตัวอย่างไร

ก. หมวกสีเขียว เสื้อสีเขียวลายมังกรสีดำ

ข. หมวกสีขาว เสื้อสีเขียวลายมังกรสีเหลือง

ค. หมวกสีขาว เสื้อสีเขียวลายมังกรสีเหลือง

ง. หมวกสีขาว เสื้อสีเขียวลายมังกรสีเขียว

จ. หมวกสีเขียว เสื้อสีเขียวลายมังกรเหลือง

****

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลอง

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	$\bar{X}$	S	ความหมาย
1. จุดประสงค์การเรียนรู้												
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	5.00	4.33	4.67	4.33	4.78	0.27	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.85	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้	4.67	5.00	5.00	5.00	4.67	4.33	4.67	4.67	4.00	4.67	0.31	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.78	5.00	5.00	5.00	4.67	4.78	4.67	4.67	4.33	4.77	0.25	เหมาะสมมากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.27	0.00	0.27			
2. สาระสำคัญ												
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.70	0.29	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.78	0.16	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	$\bar{X}$	S	ความหมาย
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของ	4.67	5.00	5.00	5.00	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.81	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.44	5.00	5.00	4.78	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.77	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.31	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
3. สาระการเรียนรู้												
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	5.00	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.33	4.70	0.19	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	5.00	4.67	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.74	0.14	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.67	5.00	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.78	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.70	0.10	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.67	5.00	4.67	4.75	4.92	4.67	4.67	4.67	4.58	4.73	0.15	เหมาะสมมากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	$\bar{X}$	S	ความหมาย
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.14			
4. เนื้อหา												
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.81	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.85	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.85	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.78	0.31	เหมาะสมมากที่สุด
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.70	0.10	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.67	5.00	4.80	4.93	4.93	4.87	4.67	4.67	4.67	4.80	0.18	เหมาะสมมากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.37	0.00	0.16	0.13	0.13	0.16	0.00	0.00	0.00			
5. กิจกรรมการเรียนรู้												
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การวัดและประเมินผล	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.74	0.14	เหมาะสมมากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	$\bar{X}$	S	ความหมาย
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน	4.67	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.81	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.89	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 เร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.85	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
5.5 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.67	5.00	4.67	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.78	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.80	5.00	4.80	4.87	4.93	4.93	4.67	4.67	4.67	4.81	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.16	0.00	0.16	0.16	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00			
6. สื่อ แหล่งการเรียนรู้												
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.85	0.17	เหมาะสมมากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	$\bar{X}$	S	ความหมาย
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.85	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 เร้าความสนใจต่อผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.89	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.89	5.00	4.89	5.00	5.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.86	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.16	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
7. การวัดและประเมินผล												
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	5.00	4.67	4.33	4.33	4.33	4.33	4.67	4.00	4.48	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	5.00	4.33	4.67	4.67	4.70	0.19	เหมาะสมมากที่สุด
7.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.67	5.00	4.67	5.00	4.67	4.00	4.00	4.67	4.00	4.52	0.39	เหมาะสมมากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	$\bar{X}$	S	ความหมาย
7.4 วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้	4.67	5.00	4.67	4.67	4.67	4.33	4.00	4.67	4.67	4.59	0.26	เหมาะสมมากที่สุด
7.5 เครื่องมือที่ใช้วัดเหมาะสมกับผู้เรียน	4.67	5.00	4.67	5.00	4.00	5.00	4.67	4.67	4.67	4.70	0.29	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 7	4.67	5.00	4.67	4.73	4.47	4.53	4.27	4.67	4.40	4.60	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.00	0.00	0.00	0.25	0.27	0.40	0.25	0.00	0.33			
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.70	5.00	4.83	4.87	4.80	4.83	4.61	4.67	4.57	4.76	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย	0.17	0.00	0.07	0.12	0.10	0.14	0.07	0.00	0.11			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางสรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้เรื่องแสงเชิงรังสี ทั้งหมด 9 แผน ซึ่งแผนที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือ แผนที่ 2 เรื่อง กระจกเงาทรงกลม ($\overline{X}$ = 5.00) รองลงมาคือแผนที่ 4 เรื่อง เลนส์บาง ($\overline{X}$ = 4.87) แผนที่ 3 เรื่องการหักเหของแสง ($\overline{X}$ = 4.83) แผนที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เรื่องกระจกเงาและเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ ($\overline{X}$ = 4.83) แผนที่ 1 เรื่อง การสะท้อนของแสง ($\overline{X}$ = 4.80) แผนที่ 5 เรื่อง ภาพจากเลนส์บาง ($\overline{X}$ = 4.70) แผนที่ 8 เรื่อง ตาและการมองเห็น ($\overline{X}$ = 4.67) แผนที่ 7 เรื่อง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง ($\overline{X}$ = 4.61) และแผนที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด คือ แผนที่ 9 เรื่องสารสี ($\overline{X}$ = 4.57) โดยรวมอยู่ในช่วง ($\overline{X}$ = 4.57-5.00, S = 0.00-0.12) หมายความว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ ค.2

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความสอดคล้อง IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$		
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
6	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความสอดคล้อง IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$		
13	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
23	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
24	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
28	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
31	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
33	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
34	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
35	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
36	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
37	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความสอดคล้อง IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$		
38	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
39	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
40	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
41	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
42	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
43	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
44	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
45	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
46	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
47	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
48	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
49	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
50	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 50 ข้อให้เหลือเพียง 30 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.3

ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.72	ใช้ได้	0.88	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.76	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.64	ใช้ได้	0.76	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.72	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.60	ใช้ได้	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.64	ใช้ได้	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.68	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.72	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.12	ตัดทิ้ง	0.31	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
10	0.12	ตัดทิ้ง	0.32	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
11	0.68	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.68	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.80	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.72	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.76	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.64	ใช้ได้	0.76	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.16	ตัดทิ้ง	0.25	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
18	0.76	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.68	ใช้ได้	0.80	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.56	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.76	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.68	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
23	0.48	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.68	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.72	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.76	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.56	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.24	ใช้ได้	0.00	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
29	0.08	ตัดทิ้ง	0.32	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
30	0.68	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.60	ใช้ได้	0.83	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.56	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.72	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.72	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.80	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.52	ใช้ได้	0.15	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
37	0.72	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.76	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.80	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.72	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
41	0.64	ใช้ได้	0.82	ใช้ได้	ใช้ได้
42	0.68	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
43	0.76	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
44	0.76	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
45	0.52	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	อำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
46	0.72	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
47	0.52	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
48	0.68	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
49	0.68	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
50	0.80	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้

จากตารางสรุปได้ว่า ค่าความยากของทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (p) อยู่ระหว่าง 0.52-0.80 และค่าอำนาจจำแนกของทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (B) อยู่ระหว่าง 0.40-0.88 ในการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 50 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.4

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงเชิงรังสี

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	X_i-C	$(X_i - C)^2$
1	23	529	-2	4
2	38	1444	13	169
3	41	1681	16	256
4	35	1225	10	100
5	36	1296	11	121
6	26	676	1	1
7	29	841	4	16
8	28	784	3	9
9	32	1024	7	49
10	32	1024	7	49
11	35	1225	10	100
12	31	961	6	36
13	32	1024	7	49
14	32	1024	7	49
15	35	1225	10	100
16	30	900	5	25
17	28	784	3	9
18	29	841	4	16
19	29	841	4	16
20	32	1024	7	49
21	41	1681	16	256
22	28	784	3	9
23	26	676	1	1
24	26	676	1	1
25	20	400	-5	25
รวม	774	24590	149	22201

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Reliability) โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x - \sum x^2}{(k-1)\sum (x-c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อสอบ

c แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

X แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

แทนค่าในสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{(50)(774)-24590}{(50-1)(22201)}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.012$$

$$r_{cc} = 0.98$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.98

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.5

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการคิดวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความสอดคล้อง IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$		
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
22	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
23	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
24	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความสอดคล้อง IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum$ R		
25	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
26	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
27	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
28	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
29	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
31	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
33	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
34	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
35	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
36	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
37	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
38	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
39	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
40	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
41	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
42	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
43	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
44	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
45	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
46	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
47	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
48	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
49	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
50	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ค่าความสอดคล้อง IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$		
51	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
52	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
53	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
54	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
55	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
56	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
57	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
58	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
59	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
60	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากการคัดเลือกแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ทั้งหมด 60 ข้อให้เหลือเพียง 45 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.6

ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
7	-0.39	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
8	-0.02	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
9	0.87	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.91	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.06	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
19	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.15	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
25	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
27	-0.19	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
28	-0.02	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
29	-0.19	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
30	0.91	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.37	ตัดทิ้ง	ใช้ได้
39	0.06	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
40	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
41	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
42	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
43	-0.19	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
44	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
45	-0.15	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
46	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
47	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
48	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
49	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
50	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
51	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
52	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
53	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
54	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
55	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
56	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
57	0.87	ใช้ได้	ใช้ได้
58	0.91	ใช้ได้	ใช้ได้
59	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
60	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้

จากตารางสรุปได้ว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.91 ในการคัดเลือกแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ทั้งหมด 60 ข้อ ให้เหลือเพียง 45 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.7

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสี

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
1	0.49	0.51	0.25
2	0.51	0.49	0.25
3	0.59	0.41	0.24
4	0.19	0.81	0.15
5	0.49	0.51	0.25
6	0.46	0.54	0.25
7	0.46	0.54	0.25
8	0.38	0.62	0.24
9	0.51	0.49	0.25
10	0.54	0.46	0.25
11	0.57	0.43	0.25
12	0.43	0.57	0.25
13	0.35	0.65	0.23
14	0.30	0.70	0.21
15	0.32	0.68	0.22
16	0.30	0.70	0.21
17	0.38	0.62	0.24
18	0.30	0.70	0.21
19	0.24	0.76	0.18
20	0.30	0.70	0.21
21	0.49	0.51	0.25
22	0.51	0.49	0.25
23	0.59	0.41	0.24
24	0.19	0.81	0.15
25	0.49	0.51	0.25

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.7 (ต่อ)

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
26	0.49	0.54	0.25
27	0.46	0.54	0.25
28	0.46	0.62	0.24
29	0.38	0.49	0.25
30	0.51	0.46	0.25
31	0.54	0.43	0.25
32	0.57	0.57	0.25
33	0.43	0.65	0.23
34	0.35	0.70	0.21
35	0.30	0.68	0.22
36	0.32	0.70	0.21
37	0.30	0.62	0.24
38	0.38	0.70	0.21
39	0.30	0.76	0.18
40	0.24	0.70	0.21
41	0.30	0.46	0.25
42	0.54	0.43	0.25
43	0.57	0.57	0.25
44	0.43	0.65	0.23
45	0.35	0.70	0.21
46	0.30	0.68	0.22
47	0.32	0.70	0.21
48	0.30	0.62	0.24
49	0.38	0.70	0.21
50	0.30	0.76	0.18
51	0.24	0.70	0.21
52	0.30	0.46	0.25
53	0.54	0.43	0.25

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.7 (ต่อ)

ข้อ	p_i	q_i	$p_i q_i$
54	0.57	0.57	0.25
55	0.43	0.65	0.23
56	0.35	0.70	0.21
57	0.30	0.68	0.22
58	0.32	0.70	0.21
59	0.38	0.62	0.24
60	0.30	0.70	0.21
	S_t^2 = 283.07		$\sum p_i q_i$ = 13.62

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods KR-20)

$$KR20 = \left[\frac{k}{k-1}\right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ KR20 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

k แทน จำนวนข้อสอบ

p_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือ เท่ากับ 1 - p_i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

แทนค่าในสูตร

$$KR20 = \left[\frac{60}{60-1}\right] \left[1 - \frac{13.62}{283.67}\right]$$

$$= [1.01][1-0.0.48]$$

$$= [1.01][0.95]$$

$$= 0.96$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เท่ากับ 0.96

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

คะแนนทดสอบหลังเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เรื่อง แสงเชิงรังสี (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	หลังเรียน	หลังเรียน 2 สัปดาห์	หลังเรียน 1 เดือน
1	20	19	20
2	22	22	23
3	21	23	23
4	22	20	20
5	22	22	22
6	23	23	23
7	21	20	21
8	19	19	19
9	21	21	21
10	22	22	23
11	21	21	21
12	19	18	19
13	18	18	18
14	20	20	20
15	19	23	23
16	22	22	22
17	20	20	20
18	21	21	21
19	20	20	20
20	19	19	20
21	24	24	24
22	23	23	23
23	22	24	23
24	24	25	25

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	หลังเรียน	หลังเรียน 2 สัปดาห์	หลังเรียน 1 เดือน
25	22	21	21
26	23	23	24
27	22	22	22
28	23	24	24
29	21	21	21
ค่าเฉลี่ย	21.24	21.37	21.59
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.54	1.84	1.73
ร้อยละ	70.80	71.26	71.95

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.2

คะแนนการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลอง เรื่อง แสงเชิงรังสี (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

คนที่	*ครั้งที่ 1*	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	6	11	11
2	5	11	12
3	6	9	10
4	6	8	11
5	4	11	12
6	5	9	10
7	7	10	12
8	3	9	10
9	5	10	11
10	8	9	10
11	6	10	12
12	7	11	11
13	5	10	11
14	7	9	10
15	5	9	9
16	8	9	13
17	5	8	12
18	4	10	9
19	8	10	12
20	7	8	10
21	5	11	14
22	5	9	11
23	6	11	12
24	6	10	14

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

คนที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
25	8	10	10
26	9	10	12
27	5	8	9
28	6	10	10
29	6	11	11
ค่าเฉลี่ย	8.68	9.68	11.06
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.46	0.98	1.31
ร้อยละ	58.00	64.53	73.66

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ
(Repeated Measures ANOVA)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

การวัดซ้ำ	Mean	Std. Deviation	N
ครั้งที่ 1	21.24	1.573	29
ครั้งที่ 2	21.38	1.879	29
ครั้งที่ 3	21.59	1.763	29

จากตาราง จ.1 ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 29 คน 3 ครั้ง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนทันที มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.573 หลังเรียน 2 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.879 และหลังเรียน 1 เดือน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.763

ตารางที่ จ.2

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นด้วย Mauchly'sTest of Sphericity

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
การวัดซ้ำ	.488	19.393	2	.000	.661	.681	.500

จากตาราง จ.2 ค่าสถิติ Mauchy's W = .488 และมีค่า sig = .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 สรุปได้ว่าความแปรปรวนไม่เป็น compound Symmetry ดังนั้นในการอ่านผลจะต้องเลือกอ่านวิธี Greenhouse-Geisser, Huynh-Feldt หรือLower-bound ชนิดใดชนิดหนึ่ง ในที่นี้จะเลือกอ่านวิธี Greenhouse-Geisser

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.3

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Tests of Within-Subjects Effects)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.	Partial Eta Squared
การวัดซ้ำ						
Sphericity Assumed	1.747	2	.874	2.134	.128	.071
Greenhouse-Geisser	1.747	1.322	1.321	2.134	.147	.071
Huynh-Feldt	1.747	1.363	1.282	2.134	.146	.071
Lower-bound	1.747	1.000	1.747	2.134	.155	.071
ความคลาดเคลื่อน (การวัดซ้ำ)						
Sphericity Assumed	22.920	56	.409			
Greenhouse-Geisser	22.920	37.027	.619			
Huynh-Feldt	22.920	38.151	.601			
Lower-bound	22.920	28.000	.819			

จากตาราง จ.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนซ้ำโดยใช้วิธีของ Greenhouse-Geisser จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน sig. = .147 > .05 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 ครั้ง ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างหลังเรียน, หลังเรียน 2 สัปดาห์ และหลังเรียน 1 เดือน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเสร็จสิ้นทันที หลังเรียน 2 สัปดาห์และหลังเรียน 1 เดือน ไม่แตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.4

ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของค่าเฉลี่ย

การวัดซ้ำ	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	21.241	.292	20.643	21.840
2	21.379	.349	20.665	22.094
3	21.586	.327	20.916	22.257

ตารางที่ จ.5

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ (Pairwise Comparisons)

(I) การวัดซ้ำ	(J) การวัดซ้ำ	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.138	.203	1.000	-.655	.379
	3	-.345	.188	.230	-.822	.133
2	3	-.207	.091	.094	-.439	.025

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

จากตาราง จ.5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันที หลังเรียน 2 สัปดาห์ และหลังเรียน 1 เดือน

- เปรียบเทียบ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 sig. = 1.00 > .05 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 ครั้ง ไม่แตกต่างกัน

- เปรียบเทียบ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 sig. = .230 > .05 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 ครั้ง ไม่แตกต่างกัน

- เปรียบเทียบ ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 sig. = .094 > .05 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 ครั้ง ไม่แตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญภายใน)

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ ว.๐๓๒๗/๒๕๖๒ วันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพศาล เอกะกุล

ด้วย นางสาวณัชชา อยู่นาน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๕ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ☐ ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ☑ ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(นางสาวปัณญาพัฒน์ ขันทอง)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์

(ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญภายใน)

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ ศศ ว.๐๓๒๗/๒๕๖๒ วันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้

ด้วย นางสาวณัชชา อยู่นาน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๕ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ☑ ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ☐ ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(นางสาวปัณญาพัฒน์ ขันทอง)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์

(ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญภายนอก)

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๑๐๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายพัฒนวงศ์ ดอกไม้

ด้วย นางสาวณัชชา อยู่นาน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๕ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

☐ ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้

☐ ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล

☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ณัชชา อยู่นาน, ไพศาล วรคำ, นุกูล กุดแถลง (2563). การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แสงเชิงรังสีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ประจำปี พ.ศ. 2563 "บทบาทอุดมศึกษาไทย: การพัฒนาผู้เรียนและทรัพยากรมนุษย์ ในยุคDisruptive Technology",* (น. 1250-1261). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวณัชชา อยู่นาน

วัด เดือน ปี เกิด วันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2537

ที่อยู่ปัจจุบัน 335 หมู่ 13 ตำบลนอกเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2553 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสิรินธร จังหวัดสุรินทร์

พ.ศ. 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสิรินธร จังหวัดสุรินทร์

พ.ศ. 2560 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชา ฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

พ.ศ. 2563 ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) วิทยาศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY