ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ณัฐญา เจริญพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ณัฐญา เจริญพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECTS OF INQUIRY-BASED LEARNING (7Es) WITH AUGMENTED REALITY ON ATOMIC STRUCTURE AND MATTER PROPERTIES FOR TENTH GRADE STUDENTS

NATTAYA CHAROENPAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF EDUCATION
IN SCIENCE TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY
2021

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ณัฐญา เจริญพันธ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....
(ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)

..... กรรมการ
(ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายุ ธีระวณิชตระกูล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

61910083: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น, เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

ณัฐญา เจริญพันธ์ : ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (THE EFFECTS OF INQUIRY-BASED LEARNING (7Es) WITH AUGMENTED REALITY ON ATOMIC STRUCTURE AND MATTER PROPERTIES FOR TENTH GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ภัทรภร ชัยประเสริฐ, วท.ด., สมศิริ สิงห์ลพ, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2564.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ และเจตคติของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 43 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนศรีราชา โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม 7 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน และ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.07, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.70)

61910083: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)
KEYWORDS: INQUIRY-BASED LEARNING (7Es), AUGMENTED REALITY

NATTAYA CHAROENPAN : THE EFFECTS OF INQUIRY-BASED LEARNING (7ES) WITH AUGMENTED REALITY ON ATOMIC STRUCTURE AND MATTER PROPERTIES FOR TENTH GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: PATTARAPORN CHAIPRASERT, Ph.D., SOMSIRI SINGLOP, Ed.D. 2021.

The purposes of this research aimed to study learning achievement on the topic of atomic structure and matter properties and attitudes of tenth grade students after learning by using Inquiry-based learning (7Es) with Augmented Reality. The sample were 43 tenth grade students studied in the first semester of acedemic year 2020 at Sriracha school selected by cluster random sampling. The research instruments were consisted of 1) 7 lesson plans of Inquiry-based learning (7Es) with Augmented Reality 2) learning achievement test and 3) questionnaires on attitude toward Inquiry base learning (7Es) with Augmented Reality.

The results of the research were as follow:

1. The learning achievement of students after learning with Inquiry-based learning (7Es) with Augmented Reality had higher than those before learning and higher than 70% criterion at the .05 level of significant.

2. Students attitude toward Inquiry base learning (7Es) with Augmented Reality was at the high level (Mean = 4.07, Standard deviation = 0.70)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร. ภัทรภร ชัยประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.สมศิริ สิงห์ลพ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งกรุณาแนะนำแนวทางในการศึกษา ติดตามการทำงานให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ สละเวลาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ฉลอง ทับศรี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะและให้คำปรึกษาเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร. พงษ์เทพ จิระโร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน นางสาวภาริณี วงษ์จินดามณี ว่าที่ร้อยตรีหญิงวิมลวรรณ พันธุ์อยู่ และนางทิพรัตน์ ศิริพรม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขจนได้เครื่องมือวิจัยที่มีคุณภาพนอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการณรงค์ กิตติวงศ์ตระกูล ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีราชา คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกท่านและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 และ 4/2 รวมถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติทั้งหลาย รวมทั้งเพื่อน ๆ พี่ ๆ นิสิตปริญญาโททุกคนในสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการีบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ณัฐญา เจริญพันธ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 15

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 15

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 19

สมมติฐานการวิจัย 19

ประโยชน์ที่ได้รับ 20

ขอบเขตการวิจัย 20

กรอบแนวคิด 21

นิยามศัพท์เฉพาะ 22

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

สาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีราชา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 25

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น 30

เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม และ Aurasma 40

สื่อการเรียนการสอน 50

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 54
เจตคติ 61
แผนการจัดการเรียนรู้ 68
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 81
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 85
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 85
แบบแผนการวิจัย 85
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 86
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 86
วิธีดำเนินการวิจัย 101
การวิเคราะห์ข้อมูล 101
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 102
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 105
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 105
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 105
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 106
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล 111
สรุปผลการวิจัย 111
อภิปรายผล 112
ข้อเสนอแนะ 119
บรรณานุกรม 121
ภาคผนวก 128
ภาคผนวก ก 129
ภาคผนวก ข 136

ภาคผนวก ค.....178

ภาคผนวก ง.....203

ประวัติย่อของผู้วิจัย.....211

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชา เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 28

ตารางที่ 2-2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะ 7 ขั้น 36

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design 86

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ 87

ตารางที่ 3-3 ตารางวิเคราะห์จำนวนแบบทดสอบ ให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด 93

ตารางที่ 3-4 แบบวัดเจตคติจำแนกตามด้านการประเมิน 99

ตารางที่ 4-1 คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ 106

ตารางที่ 4-2 คะแนนสอบหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ 107

ตารางที่ 4-3 ผลเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ 108

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอะตอมและทอมสัน 179

ตารางที่ ค-2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด 180

ตารางที่ ค-3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์ 181

ตารางที่ ค-4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 4 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก 182

ตารางที่ ค-5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 5 เรื่อง อนุภาคในอะตอม 183

ตารางที่ ค-6 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 6 เรื่อง สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ไอโซโทป ไอโซโทน ไอโซบาร์ 184

ตารางที่ ค-7 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 7 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน 185

ตารางที่ ค-8 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 187

ตารางที่ ค-9 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 192

ตารางที่ ค-10 ผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ 194

ตารางที่ ค-11 คะแนนการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แบบเดี่ยว) 195

ตารางที่ ค-12 คะแนนการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แบบกลุ่ม) 196

ตารางที่ ค-13 คะแนนการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ภาคสนาม).....198

ตารางที่ ค-14 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ 201

ตารางที่ ค-15 วิเคราะห์ค่าอำจาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 202

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดงานวิจัย 21
ภาพที่ 2-1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น 34
ภาพที่ 2-2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม 43
ภาพที่ 2-3 ภาพการเรียนรู้พุทธิพิสัย 6 ด้าน 56
ภาพที่ 2-4 แสดงองค์ประกอบของเจตคติ 63
ภาพที่ 5-1 ตัวอย่างภาพสามมิติของแบบจำลองอะตอม 114
ภาพที่ 5-2 ตัวอย่างภาพสามมิติของแบบจำลองอะตอม 114
ภาพที่ 5-3 ตัวอย่างภาพเคลื่อนไหวพร้อมเสียงประกอบ 115
ภาพที่ 5-4 ตัวอย่างภาพตารางธาตุที่นักเรียนสามารถกดเข้าไปดูสัญลักษณ์นิวเคลียร์ 115
ภาพที่ ง-1 การสร้างรูปเพื่อใช้เป็นมาร์คเกอร์สแกนเข้าใช้งาน 204
ภาพที่ ง-2 มาร์คเกอร์สแกนเข้าใช้งาน 204
ภาพที่ ง-3 ขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (การเพิ่มภาพ 3 มิติของแบบจำลองอะตอม) 205
ภาพที่ ง-4 ขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ 205
ภาพที่ ง-5 ขั้นตอนการสร้าวเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (การเพิ่มใบความรู้) 206
ภาพที่ ง-6 ขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (การเพิ่มแบบฝึกหัดออนไลน์) 206
ภาพที่ ง-7 การสแกนมาร์คเกอร์ครั้งแรกของการใช้งาน ซึ่งจะเจอเครื่องหมายสำหรับเข้าเรียนในแต่ละแบบจำลองอะตอม 207
ภาพที่ ง-8 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (แถบเครื่องมือเข้าเรียนรู้ต่าง ๆ) 207

ภาพที่ ง-9 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (ภาพ 3 มิติแบบจำลอง) 208
ภาพที่ ง-10 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (ภาพพร้อมเสียงประกอบ) 208
ภาพที่ ง-11 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (ใบความรู้) 209
ภาพที่ ง-12 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (ภาพพร้อมเสียงประกอบ) 209
ภาพที่ ง-13 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (แบบฝึกหัดออนไลน์).....210

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาให้มนุษย์มีคุณภาพ เพราะการศึกษาจะช่วยพัฒนาให้มีกระบวนการคิด ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ และมีความสามารถในการสื่อสาร รวมทั้งมีจิตสาธารณะ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำหรับการดำรงชีวิต ดังนั้น ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ช่วยให้มนุษย์มีความรู้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในสังคมโลก โดยการจัดการศึกษาจะใช้แนวทางที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ การเมือง สังคมและวัฒนธรรมของประเทศไทยซึ่งจะสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้าให้แก่สังคมไทยและสร้างความสมดุลในทุก ๆ ด้านเพื่อพัฒนาการศึกษาให้เจริญและทันสมัยมากยิ่งขึ้น (กรมวิชาการ, 2543, หน้า 1)

การศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะต้องสะท้อนถึงวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนที่จะต้องนำไปใช้ในโลกอนาคตซึ่งเป็นโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อีกทั้งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้มีการเชื่อมโยง การปรับเปลี่ยนและมีพัฒนาการทำให้รูปแบบและวิธีการสอนต้องเน้นการเรียนรู้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงต้องปรับเปลี่ยนโดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพท่ามกลางกระแสแห่งการเปลี่ยนแปลงในยุคโลกาภิวัตน์ ทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 (3Rs 8Cs) ได้แก่ อ่านออก (Reading) เขียนได้ (Writing) คิดเลขเป็น (Arithmetics) รวมทั้งทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross – Cultural Understanding) ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration Teamwork and Leadership) ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information and Media Literacy) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing and ICT Literacy) ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) และ ความมีเมตตา กรุณา วินัย คุณธรรม จริยธรรม (Compassion) (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579) ซึ่งทักษะดังกล่าวครูผู้สอนควรพัฒนาให้นักเรียนเพื่อได้รับทั้งความรู้และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะช่วยให้

สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตและนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อให้ตอบสนองต่อการพัฒนาเยาวชนที่มีคุณภาพสำหรับเป็นทรัพยากรบุคคลที่ช่วยพัฒนาสังคมและประเทศในทุก ๆ ด้าน

วิชาเคมีเป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ เนื่องจากวิชาเคมีศึกษาเกี่ยวข้องกับอะตอม แบบจำลองอะตอม โครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร ทั้งสมบัติและการเกิดปฏิกิริยาของสสาร (กฤษณา ชุติมา, 2544, หน้า 1) ซึ่งสสารนั้นมีความเชื่อมโยงกับทุกสิ่งบนโลกและมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับมนุษย์ ความรู้ในวิชาเคมีจึงมีสาระที่เป็นประโยชน์สามารถนำไปประยุกต์เข้ากับการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ ได้ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีต้องเน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้และสามารถพัฒนาความรู้ไปเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง ด้วยการจัดกิจกรรมและกระบวนการให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ นอกจากนี้ต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 4) แต่จาก ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ซึ่งเป็นการวัดผลระดับประเทศโดยทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สำหรับปีการศึกษา 2558-2561 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสาระวิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 33.40, 31.62 และ 29.37 และ 30.50 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ 2562, หน้า 2-3) จะเห็นได้ว่า ผลคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้นยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 และยังมีแนวโน้มที่ลดลงอีกด้วย สะท้อนให้เห็นว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังขาดประสิทธิภาพอยู่มากสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 กำหนดไว้ว่าระบบการศึกษาที่มีคุณภาพนักเรียนต้องมีคะแนน O-NET ผ่านร้อยละ 50 ขึ้นไป (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า ช) ประกอบกับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ยังพบปัญหาอยู่หลายประการ ได้แก่ ครูผู้สอนขาดเทคนิคและแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย และปัญหาการขาดแคลนสื่อการเรียนรู้และแหล่งค้นคว้าที่เหมาะสมซึ่งส่งผลต่อกระบวนการสร้างความรู้และขาดเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2541)

จากการที่ผู้วิจัยทำการสอนในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีราชา พบว่าปัญหาในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ มีเนื้อหาในลักษณะเป็นนามธรรมเนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมากมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จับต้องไม่ได้ และที่สำคัญคือ ขาดสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพเสมือนจริงของอะตอมที่ทำให้สามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ประกอบกับการที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่ผ่านการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ พบว่า เนื้อหาในเรื่องดังกล่าวเป็นนามธรรมที่ต้องใช้จินตนาการสูงในการเรียนรู้ ทำให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน มีความรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน และไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่น ๆ ในวิชาเคมีได้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 (ฝ่ายทะเบียนและวัดผลโรงเรียน ศรีราชา, 2562) ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ในปัจจุบันสื่อการสอนเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้นและเป็นที่ยอมรับว่าสื่อการสอนเป็นรากฐานของการเรียนรู้ที่ดี ที่ทำให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ สื่อการสอนเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาจากครูผู้สอนไปสู่นักเรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น สื่อการสอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะใช้เป็นตัวกลางในกระบวนการจัดการเรียนรู้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543)

เทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และได้เข้ามามีบทบาทต่อการศึกษามากขึ้น เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality : AR) เกิดจากการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนผสมเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที (Real Time) ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงเสริมจะใช้เพียงกล้องที่ติดกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องวิดีโอเว็บแคมและวัตถุสัญลักษณ์ (Marker board) ทำให้สามารถพัฒนาส่วนของการแสดงการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมได้ง่ายกว่าและประหยัดต้นทุนในการพัฒนาได้มากกว่า ภายใต้สิ่งแวดล้อมเสมือนที่คล้ายกัน (พนิดา ตันศิริ, 2553, หน้า 170) ซึ่งเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นสื่อเทคโนโลยีในด้านการศึกษาที่น่าสนใจและมีประโยชน์แก่ครูผู้สอนและตัวนักเรียน คือ ครูผู้สอนสามารถนำสื่อดังกล่าวมาเป็นสื่อการสอนควบคู่กับวิธีการสอนในรายวิชาของตนเองทำให้รายวิชานั้น ๆ มีความน่าสนใจ สร้างเสริมประสบการณ์ใหม่ ๆ ให้แก่นักเรียน ช่วยอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจยากให้เห็นภาพได้มากขึ้น นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน แล้วยังสามารถจัดกิจกรรมที่พัฒนาทักษะได้ในหลายด้านโดยเฉพาะทักษะในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจและให้ความสำคัญกับวิชาเรียนได้มากขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็จะสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจริยา สุภากิจ (2562) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาสื่อการสอนด้วย

เทคโนโลยีเสมือนจริงในการนำเสนอ ภาพประกอบแบบสามมิติ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยสรุปได้ว่า สื่อการสอนเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลริตี้โลกเสมือนจริง ในการนำเสนอภาพประกอบแบบสามมิติ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ค่าประสิทธิภาพ 80.56/81.39 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลริตี้โลกเสมือนจริง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลริตี้โลกเสมือนจริงในระดับมากที่สุด จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้นและยังพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการคิด ทักษะการเรียนรู้ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ และ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นเป็นหนึ่งในรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะ ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตามแนวคิดของไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft) ประกอบด้วย 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความคิด 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ซึ่งใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ศิวพร ศรีจรัญ, 2559, หน้า 3) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับกลางถึงสูง และมีการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัย พรพัฒน์ ภูษิตธนานันท์ (2561) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์กับการเรียนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์สูงกว่าเมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และพัทธมน วิริยะธรรม (2559) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการที่สูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.93 ซึ่งอยู่ในระดับสูง จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีราชา เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

1. คะแนนสอบจากการทำแบบทดสอบของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. คะแนนสอบจากการทำแบบทดสอบของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้กระบวนการการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ

2. ได้สื่อการสอนที่ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

4. นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรตที่ 21 ได้แก่ ทักษะการคิด ทักษะการเรียนรู้ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ และ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1- 4/3 โรงเรียนศรีราชา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้อง จำนวน 133 คน โดยนักเรียนแต่ละห้องจัดแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนศรีราชา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 43 คน จัดนักเรียนแบบคละความสามารถโดยวิธีการสุ่มห้องเรียนแบบวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) แบ่งเป็น 5 เรื่องดังนี้

1. แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

2. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

3. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

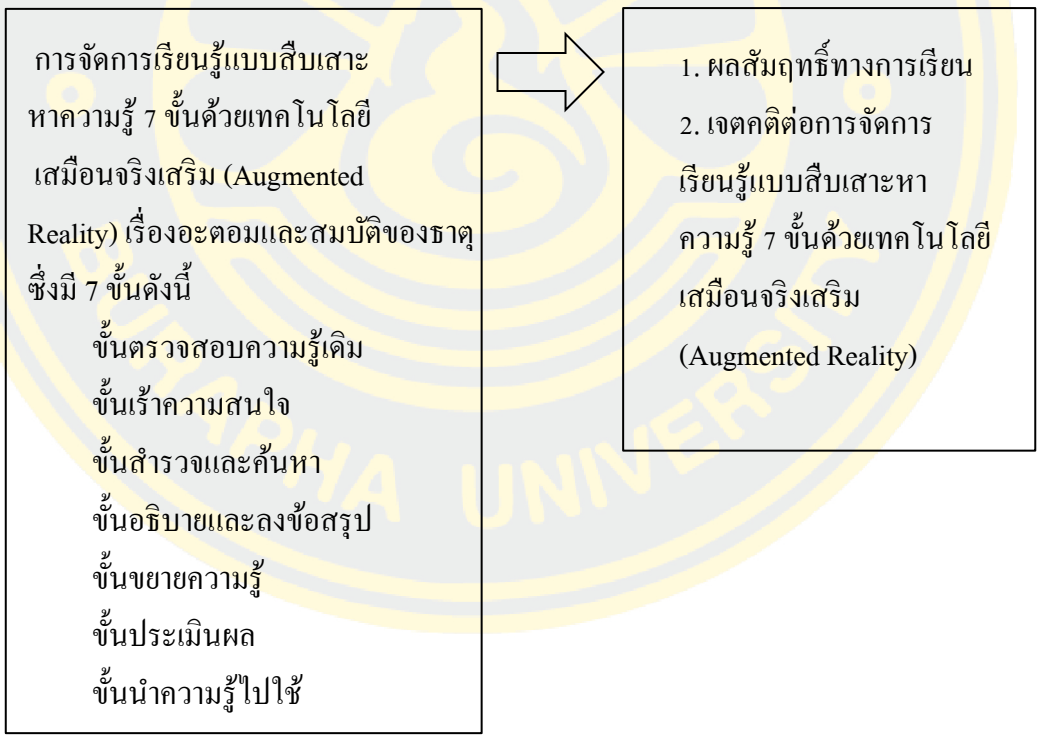
4. แบบจำลองอะตอมของโบร์

5. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกและธาตุต่าง ๆ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทดลอง 15 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็นทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ทดลองวิจัย 13 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัยเอง

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่อประสมชนิดต่าง ๆ ในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง แอนิเมชัน เว็บและเสียง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แก่นักเรียน โดยผ่านแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ทโฟน ซึ่งแอปพลิเคชันทำหน้าที่สร้างสื่อในโลกเสมือนจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับอุปกรณ์ประเภท ไอโฟน ไอแพด รวมถึงคอมพิวเตอร์พกพาต่างๆ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส และแอนดรอยด์ โดยแอปพลิเคชันจะเป็นตัวกลางสำหรับเชื่อมโยงความจริงและความจริงเสมือนเข้าด้วยกัน จะแสดงออกมาในรูปแบบสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์ ที่มองเห็น ควบคุมและสัมผัสได้ผ่านหน้าจออุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งในสื่อการสอนที่ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมประกอบด้วย ภาพสามมิติ ภาพ 2 มิติ ภาพเคลื่อนไหว พร้อมเสียงบรรยาย ใบความรู้ ใบงาน ของอะตอมและธาตุ มีทั้งหมด 5 เรื่อง ดังนี้

1. แบบจำลองอะตอมของดอลตัน
2. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน
3. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
4. แบบจำลองอะตอมของโบร์
5. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกและธาตุต่าง ๆ

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งครูผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุนชี้แนะตลอดจนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft มี 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมาเพื่อครูจะได้รับรู้ว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมที่แตกต่างกันอย่างไร

3.2 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นซึ่งอาจเริ่มจากความสนใจที่เกิดจากกิจกรรมที่ครูยกตัวอย่างหรือจัดสถานการณ์ให้ หรือเรื่องที่น่าสนใจ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ตอบคำถาม และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

3.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูให้นักเรียนวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ และในขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ในการสำรวจตรวจสอบและค้นหาคำตอบ

3.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป วาดภาพของแบบจำลองอะตอม

3.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้สึกกว้างขวาง ลึกซึ้งขึ้น ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุขยายความรู้เกี่ยวแบบจำลองอะตอมและธาตุต่าง ๆ

3.6 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่ขึ้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ โดยวัดพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมใน 6 ระดับ คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ 6) ประเมินค่า

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถและพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (Multiple choice test) จำนวน 30 ข้อ

6. เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

7. แบบวัดเจตคติ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ถามความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม แบบ Rating scale 5 ระดับจำนวน 20 ข้อโดยมีข้อคำถามทั้งด้านบวกและด้านลบ ได้แก่ 1) ความคิดเห็นทั่วไป 2) การเห็นความสำคัญ 3) ความสนใจ 4) การนิยมชมชอบ

8. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง เป้าหมายคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยกำหนดเกณฑ์ให้นักเรียนร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผ่านเกณฑ์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. สาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีราชา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
3. เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมและแอปพลิเคชัน Aurasma
4. สื่อการเรียนการสอน
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. เจตคติของนักเรียน
7. แผนการจัดการเรียนรู้
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีราชา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนศรีราชา (2562) กล่าวว่า หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนศรีราชา ได้กำหนดกรอบสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยอ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระที่ 1 สาระชีววิทยา

สาระที่ 2 สาระเคมี

สาระที่ 3 สาระฟิสิกส์

สาระที่ 4 สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ซึ่ง เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุถูกบรรจุอยู่ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนศรีราชา ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอนำเสนอคำอธิบายรายวิชาโครงสร้างรายวิชาเคมี 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คำอธิบายรายวิชาเคมี 1

ศึกษา สังเกต ระบุ วิเคราะห์ อธิบาย คำนวณและนำเสนอ แบบจำลองอะตอมของดอลตัน แบบจำลองอะตอมของทอมสัน แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด สัญลักษณ์นิวเคลียร์ และไอโซโทป การศึกษาสเปกตรัม การเปล่งแสงของอะตอมแก๊ส การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อย การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโทเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน จุดหลอมเหลวและจุดเดือด เลขออกซิเดชัน ธาตุแทรนสิชัน สารประกอบของธาตุแทรนสิชัน ธาตุกัมมันตรังสี การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พันธะเคมี พันธะไอออนิก การเกิดพันธะไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก สมบัติสารประกอบไอออนิก ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะ แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ รูปร่างโมเลกุล สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สารโครงผลึกร่างตาข่าย พันธะโลหะ สมบัติของโลหะ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบค้นข้อมูล การคิด เปรียบเทียบ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ อภิปราย การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต กระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ และทดลอง การใช้เทคโนโลยี เพื่อให้เกิดจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักถึงความปลอดภัยในการใช้สารเคมี

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป

3. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ

4. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนสิชันในตารางธาตุ

5. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ

6. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนสิชันและเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ

7. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของธาตุไอโซโทปกัมมันตรังสี

8.สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

9.อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพ หรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส

10.เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก

11. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น – ฮาเบอร์

12. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก

13. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

14. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามด้วยโครงสร้างลิวอิส

15. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์

16. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ

17. คาดคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

18. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบ

จุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์

19. สืบค้นข้อมูลและอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายชนิดต่าง ๆ

20. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ

21. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ สืบค้นข้อมูลและการนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะได้อย่างเหมาะสม

รวม 21 ผลการเรียนรู้

2. โครงสร้างรายวิชา เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนศรีราชา ได้มีการกำหนดโครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชา เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ชั่วโมง
1. อะตอมและสมบัติของธาตุ	1. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม 2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป 3. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อย เมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ 4. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะของธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนสิชันในตารางธาตุ 5. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ 6. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนสิชันและเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ 7. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของธาตุไอโซโทปกัมมันตรังสี	30

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ชั่วโมง
	8.สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
2. พันธะเคมี	9.อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพ หรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส 10.เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก 11. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น – ฮาเบอร์ 12. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก 13. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก 14. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส 15. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ 16. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ 17. คาดคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 18. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์ 19. สืบค้นข้อมูลและอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายชนิดต่าง ๆ 20. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ 21. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ	30

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ชั่วโมง
	ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะได้อย่างเหมาะสม	
	รวม	**60**

สาระสำคัญของวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ มีดังนี้

แบบจำลองสร้างขึ้นจากผลการทดลองและองค์ความรู้ที่มีอยู่ขณะนั้น ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลหรือผลการทดลองใหม่ นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาสิ่งที่มองไม่เห็นรวมถึงเรื่องของอะตอม โดยจะใช้ผลการทดลองและความรู้ที่ค้นพบแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาสิ่งที่สนใจต่อไป เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ ๆ แนวคิดหรือแบบจำลองเกี่ยวกับอะตอมเริ่มจากดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอก ซึ่งทำให้ได้รายละเอียดของอะตอมและโอกาสที่จะพบอนุภาคในอะตอม จำนวนอนุภาคดังกล่าวนี้อาจทราบได้จากการแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ

การที่นักวิทยาศาสตร์พบธาตุเป็นจำนวนมาก จำเป็นต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติต่าง ๆ ของธาตุแล้วนำมาจัดกลุ่มเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ทั้งนี้ตารางธาตุที่ใช้อยู่ในปัจจุบันแบ่งธาตุเป็น 7 คาบ 18 หมู่ โดยหมู่ธาตุยังแยกเป็นหมู่ย่อย A ซึ่งเรียกว่ากลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุหมู่หลัก และ B ซึ่งเรียกว่ากลุ่มธาตุแทรนสิชัน กลุ่มธาตุหมู่หลักมีแนวโน้มสมบัติบางประการ เช่น ขนาดอะตอม ขนาดไอออน พลังงานไอออไนเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน และอิเล็กโทรเนกาติวิตี ตามหมู่และคาบ ส่วนกลุ่มธาตุแทรนซิชันมีสมบัติคล้ายกันตามคาบมากกว่าตามหมู่

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

ความเป็นมาและแนวความคิดเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะ 7 ขั้น

การจัดการเรียนรู้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 1977 คาร์พลัสและคณะ (1977 อ้างถึงใน จันทร์พร พรหมมาศ, 2541, หน้า 16-19) ได้พัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางวงจรการเรียนรู้ (The learning cycle) สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์(Science Curriculum Improvement Study หรือ SCIS) โดยเน้นการเรียนรู้ที่ใช้การสังเกต และประสบการณ์ของนักเรียนเป็นพื้นฐานโดยแบ่งเป็น 3 ขั้น คือ ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) ขั้นการสร้างความรู้ (Invention) ขั้นการค้นพบ (Discovery) ต่อมาคาร์พลัสได้ปรับชื่อขั้นการสร้างความรู้

(Invention) เป็นขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction) และขั้นการค้นพบ (Discovery) เป็นขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application) ซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถาม และคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้น และชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน

2. ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction) เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามกระตุ้น และชี้แนะนักเรียนให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ปฏิบัติในขั้นการศึกษาสำรวจขั้นนี้ครูมีบทบาทช่วยแนะนำและอธิบายศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญต่อมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียบเรียงความคิดใหม่

3. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมามาประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ ทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์ได้มากยิ่งขึ้น

มาร์ติน และคณะ (1994 อ้างถึงใน จันทร์พร พรหมมาศ, 2541, หน้า 21-22) ได้เสนอขั้นตอนตามวงจรการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นการสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้แนะนำเตรียมกิจกรรมและจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน ครูอาจตอบคำถามหรือซักถามเพื่อแนะนำการสังเกต ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะการคิดและเป็นผู้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง

2. ขั้นการอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสปรับโครงสร้างทางความคิด นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเพื่อสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะและจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนให้เหมาะสมแก่นักเรียน

3. ขั้นการขยายมโนทัศน์ (Expansion) เป็นขั้นที่นักเรียนจัดและรวบรวมประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับแล้วมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปใช้ ครูอาจเสนอตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์สำหรับศึกษาสำรวจเพิ่มเติมให้แก่นักเรียน

4. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่สามารถทำได้ทุกขั้นตอนของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ไบบีและคณะ (1990 cited in Lawson, 1995, pp. 164-165) ได้จัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเสนอการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนววงจรการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น (5E)

ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะ 5 ขั้น ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 219-220 อ้างถึงใน สมบัติ การจนารักพงค์, 2549, หน้า 4-5)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้และก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์

หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง หรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและหลักการทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

ต่อมาอาเธอร์ ไอซ์เซนคราฟต์ (Arthur Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7 ขั้น โดยปรับขยายจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ 5 ขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น

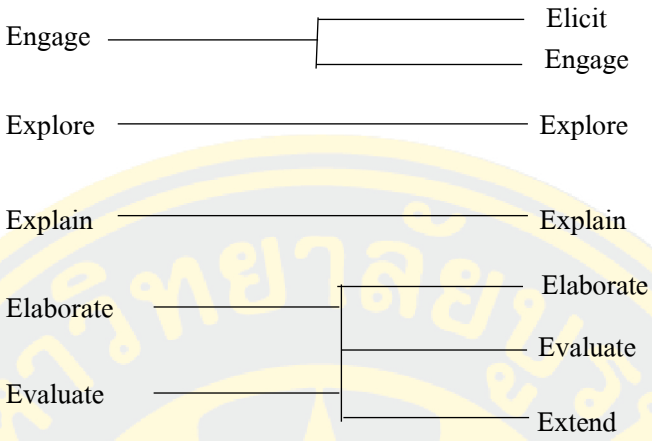
Eisenkraft (2003, pp. 57-59) กล่าวว่า รูปแบบการสืบเสาะ 7 ขั้นเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลยหรือละทิ้งเนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของนักเรียนจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่มีทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่มีแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของนักเรียนซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

Renner and Stafford (1973 อ้างถึงใน รติพร ศรีลาดเลา) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้หมายถึง รูปแบบการทำงานที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ซึ่งบุคคลจะใช้กระบวนการสังเกต การวัด ตีความหมายของข้อมูล ทดลอง ทำนายผล และสร้างรูปแบบทางวิทยาศาสตรเพื่อทำงานดังกล่าว

จากการศึกษา สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเองตามกระบวนการวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและคอยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น

ธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยที่นักเรียนค้นพบความรู้และตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่ง Eisenkraft (2003) ได้เสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จาก 5 ขั้นตอน เป็น 7 ขั้นตอน โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ สนุกกับการเรียน และยังสามารถประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550, หน้า 25-29)



ภาพที่ 2-1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
(ที่มา : https://drkiadtisak.com/social/content-article-2.php)

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ครูจะต้องทำหน้าที่ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียนและครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียน สร้างคำถามให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเตอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อน ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนคิดในประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลองกิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลองโดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม แนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม แบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้นและขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6.ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7.ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามวิชา โดยเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7E ควรระลึกเสมอว่า

ครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิด ตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น

ประสาท เนืองเฉลิม (2550, หน้า 25-30) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะ 7 ขั้น

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)	- ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้	- ตอบคำถามตามความเข้าใจ - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน
2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)	- สร้างความสนใจ - ตั้งคำถามกระตุ้นให้ร่วมกันคิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน	- ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจเหตุการณ์ - กระหายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็น - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องทราบ

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)	- ส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	- บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
4. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation Phase)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ตนสังเกต - นักเรียนอธิบายและให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจในสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบการอธิบาย

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขั้นขยายความคิด (Expansion / Elaboration Phase)	- ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการที่เรียนรู้มาปรับใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมแสดงหลักฐานและคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตและข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตัวเองด้วยการอธิบายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ
6.ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐานและคำอธิบายที่รับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ประเมินผลตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)	- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำองค์ความรู้เดิมไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	- นำความรู้ที่ได้ไปใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ไขปัญหา - มีคุณธรรมจริยธรรมในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

จากตารางที่ 2-2 สรุปได้ว่าบทบาทของครูคือผู้สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้เป็นผู้ศึกษา คอยเสริมนักเรียนโดยกระตุ้นให้คิดด้วยคำถามให้นำไปสู่วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนมีบทบาทหน้าที่ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ทำความเข้าใจในเนื้อหา สร้างความรู้ร่วมกัน

ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 127) มีดังนี้

ข้อดี

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัด

1. ในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3.ในกรณีที่นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. การใช้สอนแบบนี้อยู่เสมอ อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

จากการศึกษา ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น สรุปได้ว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ได้แก่ 1) นักเรียนเกิดกระบวนการคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ 2) นักเรียนได้ลงมือกระทำ ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ 3) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ 4) นักเรียนสามารถฝึกกระบวนการคิดและนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ได้แก่ 1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง 2) ในกรณีที่นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ ไม่สามารถเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้ 3) การเรียนที่เน้นให้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองมากเกินไปและบ่อยครั้ง อาจทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายในการค้นคว้า ทำให้ความสนใจเรียนลดลง

เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม และ Aurasma

ประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) ได้ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1950 โดย Heilig ในขณะที่ถ่ายทำภาพยนต์ โดยเขามีความคิดที่จะให้ผู้ชมได้มีความรู้สึกถึงความมีส่วนร่วม โดยเพิ่มศักยภาพของภาพยนต์เข้าไป ต่อมาในปี ค.ศ. 1962 Heilig ได้สร้างภาพต้นแบบที่แสดงถึงวิสัยทัศน์ของเขาขึ้นมาจนกระทั้งปี ค.ศ. 1965 เขาได้อธิบายไว้ในภาพยนต์ของอนาคตชื่อ Sensorama ต่อมาในปี ค.ศ. 1966 Ivan Sutherland ได้คิดค้นเครื่องสวมหัวขึ้นและ ในปี ค.ศ. 1968 Suth เป็นคนแรกที่ได้สร้างระบบความเป็นจริงเสมือน โดยการใช้เครื่องครอบหัวขึ้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1975 Myron Krueger สร้าง video place ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับวัตถุเสมือนจริงได้

เป็นครั้งแรกและต่อมา Tom Caudell และ David Mizell ได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม ช่วยคนงานประกอบสายไฟและสายเคเบิลสำหรับเครื่องบินได้สำเร็จ

ในปี ค.ศ. 1997 เริ่มมีการนำ Concept ของ Augmented Reality มาใช้ในภาพยนต์เรื่อง Star War ภาคแรก โดยในเรื่องมีการออกแบบหมวกของนักบินให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลดิจิตอล

ความหมายเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

ความหมายของเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Augmented Reality (AR) มีนักวิชาการกล่าวถึงความหมายไว้ ดังนี้

เทคโนโลยี AR ย่อมาจากคำว่า Augmented Reality สำหรับประเทศไทยพจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน ได้บัญญัติศัพท์คำว่า Augmented Reality เป็นภาษาไทยว่า “ความเป็นจริงเสริม” (สำนักงานราชบัณฑิตยสถาน, 2544) นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการได้เรียกชื่อไว้แตกต่างกัน ดังนี้

พูลศรี เวศย์อุฬาร (2554) กล่าวว่า Augmented Reality คือการแสดงและควบคุมวัตถุสามมิติหรือ มัลติมีเดีย เช่น ภาพนิ่ง ตัวอักษร เสียง ภาพเคลื่อนไหวที่ปรากฏเพิ่มขึ้นมาในขณะเดียวกับที่ความจริงบนจอคอมพิวเตอร์ปรากฏอยู่ เมื่อกล้องของอุปกรณ์ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์แล้วอ่านข้อมูลบนมาร์คเกอร์ที่กำหนดไว้ด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Identification, RFID)

ศิริรัตน์ พริกสี (2556) กล่าวว่า AR ย่อมาจาก Augmented Reality เป็นเทคโนโลยีเสมือนจริงอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่มีการผสมผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือน โดยใช้การซ้อนภาพสามมิติที่สร้างขึ้นให้ไปแสดงผลปรากฏในโลกแห่งความจริงในลักษณะภาพสามมิติ (3D) หรืออาจจะเป็นภาพ 2 มิติ (2D) ภาพเคลื่อนไหว (animation) หรืออาจะเป็นสื่อวีดิทัศน์ที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าต้องการให้ออกมาแบบใด โดยสามารถโต้ตอบแบบสนองทันที ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ ที่มีกล้อง เช่น กล้องจากคอมพิวเตอร์ กล้องจากโทรศัพท์มือถือ และกล้องจากแท็บเล็ต

พนิดา ตันศิริ (2553) กล่าวว่า AR Code เป็นเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้และเป็นนวัตกรรม หรือ เทคโนโลยี ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมา จากกล้องวิดีโอ หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก

ชุติสันต์ เกิดวิบูลย์เวช (2554) ที่กล่าวว่า AR Code ก็คือเทคโนโลยีการผสมผสานโลกเสมือนเข้าไปในโลกจริง เพื่อทำให้เห็นภาพสามมิติในหน้าจอโดยที่มีองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมจริง

โรนัลด์ ที อซูมา (1997 อ้างถึงใน ประหยัด จิระวรพงศ์, 2553, หน้า 190) กล่าวว่า AR เป็นการรวมเอาความจริงและความเสมือนเข้าด้วยกัน เป็นการปฏิสัมพันธ์ในเวลาจริง (Real Time) และเป็นการทำงานด้วยระบบ 3D

มิลแกรม และ คสิโน (1994) ได้อธิบายว่า AR เป็นความต่อเนื่องของการขยายสภาพความจริงไปสู่สภาพเสมือนหรือเป็นความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่เสมือน

Hamilton (2011 อ้างถึงใน ณัฏฐา ผิวมา และ ปริศนา มัชฉิมา, 2560) กล่าวว่า เทคโนโลยี AR หรือ Augmented Reality เป็นการนำเอาสภาพแวดล้อมที่ผสมผสานกันระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือน ซึ่งปัจจุบัน AR กำลังได้รับความนิยมอย่างสูงโดยการนำไปใช้กับหลายแขนง เช่น ธุรกิจด้านโฆษณาการท่องเที่ยว การแพทย์ งานด้านอุตสาหกรรม รวมถึงใช้ทำสื่อการศึกษาและการอบรม ซึ่งช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาความหมายของ Augmented Reality หรือ AR สรุปได้ว่า เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างโลกความเสมือนจริงเข้าไว้ด้วยกันเป็นการนำภาพ ภาพเคลื่อนไหว หรือภาพสามมิติมาซ้อนทับกับภาพที่ต้องการทำรหัส AR ซึ่งมีการทำงานโดยผ่านกล้องแท็บเล็ต สมาร์ทโฟนหรือเว็บแคม ส่องไปยังภาพที่มีรหัส AR ไว้แล้ว จอภาพก็จะประมวลผลเพื่อแสดงภาพต่าง ๆ ตามที่ผู้พัฒนาได้สร้างไว้ และสามารถนำไปประยุกต์ได้หลายด้านเช่น ธุรกิจด้านโฆษณาการท่องเที่ยว การแพทย์ งานด้านอุตสาหกรรม รวมถึงใช้ทำสื่อการศึกษาและการอบรม

แนวคิดหลักของออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ (Augmented Reality)

นิพนธ์ บริเวธานันท์ (2558) กล่าวว่า แนวคิดหลักของออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ หรือเทคโนโลยีเสมือนจริง คือการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หน้าจอโทรศัพท์มือถือบนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อ’

3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

ภาพที่ 2-2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

ประเภทของ AR

พนิดา ตันศิริ (2553) กล่าวว่า ประเภทของ AR ตามการวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการ

ทำงาน (Marker Based Augmented Reality) และ การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less Based Augmented Reality)

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง (2554) กล่าวว่า ประเภทของเทคโนโลยี AR ตามรูปแบบการแสดงผลภาพโดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ คือ

1. แบบแสดงผลโดยการมองผ่านกล้องวิดีโอ คือ ภาพของสภาพแวดล้อมจริงในมุมมองของผู้ใช้ จะถูกบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอจากนั้นจะถูกนำมารวมกับภาพกราฟิกที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ แล้วนำผลที่ได้ส่งไปยังจอแสดงผลที่อยู่ตรงสายตาของผู้ใช้ในอุปกรณ์ Head-Mounted Display (HMD) เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้มองเห็น

2. แบบแสดงผลโดยจอภาพ มีลักษณะการทำงานคือ การใช้กล้องวิดีโอทำหน้าที่รับภาพจริงเข้ามา โดยตำแหน่งของกล้องจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างภาพกราฟิก กราฟิกที่ได้จะถูกนำไปรวมกับภาพจริงที่ได้จากกล้องวิดีโอ และผลที่ได้จะถูกนำไปแสดงผลยังหน้าจอ

3. แบบแสดงผลโดยการมองผ่านเลนส์ โดยจะมีอุปกรณ์ที่หน้าทำที่รวมแสงอยู่ด้านหน้าของตาผู้ใช้โดยทำหน้าที่ลดแสงที่ผู้ใช้มองเห็นจากสภาพแวดล้อมจริง และสะท้อนแสงที่ได้มาจากจอภาพกราฟิก เข้าไปยังตาของผู้ใช้ ผลรวมของแสงทั้งสองจะทำให้เกิดภาพเสมือน

จากการศึกษาประเภทของ Augmented Reality หรือ AR สรุปได้ว่า AR สามารถแบ่งประเภทโดยการวิเคราะห์ภาพ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ภาพโดยใช้มาร์คเกอร์เป็นหลักในการทำงานและการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ของภาพ อีกทั้งยังสามารถแบ่งตามรูปแบบในการประมวลผลได้ 3 รูปแบบ คือ 1) แบบแสดงผลโดยการมองผ่านกล้องวีดีโอ 2) แบบแสดงผลผ่านจอภาพ และ 3) แบบแสดงผลโดยผ่านการมองผ่านเลนส์

องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม Augmented Reality

พนิดา ตันศิริ (2553) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยี AR ที่อาศัยมาร์คเกอร์ในการทำงาน ประกอบด้วย มาร์คเกอร์ (Marker) หรือ เออาร์โค้ด ส่วนต่อมาคือ ตัวจับสัญญาณภาพ เช่น กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องสมาร์ทโฟน กล้องแท็บเล็ตหรือตัวจับสัญญาณ (Sensor) อื่น ๆ อีกส่วนคือ ส่วนแสดงผล เช่น จอภาพคอมพิวเตอร์ จอสมาร์ทโฟนหรือจอแท็บเล็ต แล้วอีกองค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้เลย คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลเพื่อสร้างภาพ

บทบาทของเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม Augmented Reality

นิพนธ์ บริเวธานันท์ (2558) กล่าวว่า ปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมเข้ามาใช้ในชีวิตประจำวันแทบทุกสายงาน ขอนำเสนอบทบาทของเทคโนโลยีออคเมนเต็ดเรียลลิตี้ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมสร้างเครื่องบิน อุตสาหกรรมสร้างรถยนต์โดยบริษัท BMW ได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม มาช่วยในการผลิต โดยให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้การทำงานด้วยการใส่แว่นตาที่จะมีคำแนะนำและจำลองการทำงาน แสดงให้เห็นแต่ละขั้นตอนก่อนปฏิบัติจริงแบบ 3 มิติ

2. การประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ เช่น การเรียบเรียงหลักการประยุกต์ภาพเสมือนจริงทางการแพทย์ โดยการเพิ่มตัวต่อประสานระบบสัมผัสภาพ 3 มิติ เพื่อเพิ่มความสมจริงในการรักษาและให้นักศึกษาแพทย์ได้ใช้เครื่องมือแพทย์รักษาหรือผ่าตัด ผู้ป่วยแบบไม่ต้องสัมผัสกับ ผู้ป่วยจริง

3. การประยุกต์ใช้ทางด้านธุรกิจ เช่น การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงกับการซื้อขายทางการเงินด้วยเทคโนโลยี CYBERII โดย ระบบสามารถให้ผู้ใช้งานกำหนดบทบาทของตัวแทนจำหน่าย (Finance dealer) ในสภาพแวดล้อมเสมือนที่สามารถเสนอราคา ในการซื้อขาย โดยใช้ลูกบอลสีเหลืองแสดงราคาซื้อและลูกบอลสี แดงแสดงราคาขาย ทำให้ผู้ใช้สามารถจำลองการซื้อขายทางการเงินได้เสมือนจริง

4. การประยุกต์ใช้ทางด้านการโฆษณา เช่น โทรศัพท์มือถือซัมซุงนำเทคโนโลยี Mobile AR มาสร้างการรับรู้เพื่อให้ลูกค้าได้ทราบถึงระบบปฏิบัติการใหม่บนมือถือ Samsung Wave และให้วูดดี้เป็นผู้นำเสนอวิธีการใช้งานผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงในรูปแบบสามมิติ โดยลูกค้าสามารถใช้เว็บแคมและเครื่องพิมพ์ประกอบกับซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่มีภายใต้ระบบปฏิบัติการ BADA ของ Samsung เรียกใช้โปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ เพื่อใช้งานตามต้องการ เราเคยพูดถึง Blippar แอปฯ สแกนฉลากสินค้า โลโก้สินค้าและปรากฏเป็นภาพ 3 มิติลอยขึ้นมาด้วยระบบเสมือนจริง (Augmented Reality)

5. การประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว เช่น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้เพื่อแนะนำประเทศไทยในงาน “The World Exposition Shanghai China 2010” ภายใต้แนวคิด “Thainess : Sustainable Ways of Life” และได้นำเสนอนิทรรศการภายในอาคารศาลาไทยแยกเป็น 3 ส่วน คือ ห้องจัดแสดงนิทรรศการที่ 1 เรื่อง “จากต้นสายแหล่งกำเนิด: A Journey of Harmony” ห้องจัดแสดงนิทรรศการที่ 2 เรื่อง “เกิดร้อยพันพลายวิถี : A Harmony of Different Tones” และห้องจัดแสดงนิทรรศการที่ 3 เรื่อง “หลอมรวมชีวีสู่วิถีความเป็นไทย: A Harmony of Thais” ในแต่ละห้องนิทรรศการจะนำเสนอเอกลักษณ์ของความเป็นไทยที่เกิดจากการพัฒนาด้านต่าง ๆ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง เช่น ในห้องนิทรรศการที่ 2 เป็นห้องที่มีการฉายวิดีโอ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพี่ น้องของชาวไทยกับจีนโดยมียักษ์วัดโพธิ์ขยับตัวและพูดคุยกับตัวละครจีน

6. การประยุกต์กับการศึกษา เช่น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยการนำเนื้อหาบทเรียนแหล่งข้อมูลเชื่อมโยงข้อสอบออนไลน์และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผนวกเข้ากับโปรแกรมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่สนุกสนาน

จากการศึกษาบทบาทของ AR สรุปได้ว่า AR สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นด้านธุรกิจ ด้านการแพทย์ ด้านการโฆษณา ด้านการท่องเที่ยว และด้านการศึกษา ซึ่งในปัจจุบันได้มีการใช้อย่างแพร่หลายเป็นอย่างมากและได้มีการวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับ AR ที่แสดงว่าสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

Aurasma

ความหมายของ Aurasma

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ได้กล่าวว่า Aurasma เป็น Application สำหรับสร้างสื่อในโลกแห่งความจริงเสมือน (Augmented Reality) เหมาะสมสำหรับการพัฒนาที่ใช้อุปกรณ์ประเภทสมาร์ทโฟน รวมถึงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาต่าง ๆ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส และแอนดรอยด์ คุณสมบัติพิเศษคือจะเป็นตัวกลางสำหรับเชื่อมโยงโลกของจริงและโลกของความจริงเสมือนเข้า ด้วยกันโดยแสดงผลออกมาในรูปแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ที่มองเห็นควบคุมและสัมผัสได้ทางหน้าจอ ทั้งที่เป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง การเชื่อมโยงเว็บไซต์ตามที่กำหนด

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2556) กล่าวว่า Aurasma เป็นแพลตฟอร์มหรือโปรแกรมออนไลน์ที่ช่วยให้ภาคธุรกิจ องค์กรและบุคคลที่สนใจจะสร้างงานในลักษณะของเทคโนโลยี AR (Augmented Reality) ด้วยตนเองได้ ซึ่งเรียกว่า Auras การทำงานมีลักษณะการจัดการเนื้อหาที่เป็นระบบ

สหพร ขวัญวิชา (2557) กล่าวว่า Aurasma เป็นแอปพลิเคชันสำหรับการสร้างสื่อในโลก แห่งความจริงเสมือนจะเป็นตัวกลางสำหรับการเชื่อมโยงโลกของความจริงและโลกของความจริงเสมือนเข้าด้วยกัน โดยแสดงออกมาในรูปแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ที่มองเห็น ควบคุมและสัมผัสได้ผ่านทางหน้าจอทั้งที่เป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการเชื่อมโยงไปยังเว็ปไซต์ตามที่กำหนดไว้ จะมีทั้งระบบไอโอเอส และแอนดรอยด์

จากการศึกษา สรุปได้ว่า Aurasma คือ แอปพลิเคชันใช้สำหรับสร้างสื่อแบบเสมือนจริง (Augmented Reality) และโต้ตอบได้ เช่น ภาพเคลื่อนไหว เหมาะสำหรับการสร้างสื่อที่เชื่อมกับไอโฟน ไอแพด รวมถึงอุปกรณ์พกพาที่ใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส และแอนดรอยด์

ความเป็นมาของ Aurasma

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ได้อธิบาย ความเป็นมาของ Aurasma ว่า แอปพลิเคชันออรัสมาได้นำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้นกับนิสิตระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2555 ผลการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันออรัสมาเพื่อการผลิตสื่อการเรียนการสอนปรากฏว่า นิสิตมีความสนใจต่อแอปพลิเคชันออรัสมาอยู่ในระดับมากที่สุดและสามารถ

ประยุกต์สร้างเป็นสื่อการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมในการออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพได้เป็นอย่างดี และ การใช้แอปพลิเคชันออรัสมาผสมผสานเข้ากับเอกสารที่พิมพ์ในรูปแบบกระดาษแต่สามารถชมผ่านโทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ตปรากฏเห็นเป็นสื่อมัลติมีเดีย ประกอบด้วย ภาพเคลื่อนไหว คำบรรยาย โมเดล 3 มิติ รวมถึงการทำ Touch Screen เพื่อขยายภาพ แบบเต็มจอ และเชื่อมโยงกับเว็ปไซต์ตามที่กำหนดได้

จากการศึกษาประวัติความเป็นมาของ Arasma สรุปได้ว่า Arasma เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถสร้างสื่อการเรียนการสอนเมื่อทดลองใช้ปรากฏว่านักเรียนมีความสนใจต่อ Arasma ในระดับมากที่สุด

คุณสมบัติของ Aurasma

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) กล่าวว่า Aurasma เป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกแห่งความจริงกับโลกของความเสมือนจริงที่สร้างขึ้น ทำให้มนุษย์โลกสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสด้วยออรัสมา (มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น) ให้ปรากฏเห็นภาพผ่านหน้าจออุปกรณ์ประเภท Smart Devices เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต (ที่มีกล้องหลัง) ได้โดยไม่ต้องใช้มาร์คเกอร์ (Marker) ไม่ต้องเขียนโปรแกรมควบคุมใด ๆ ใช้งานง่าย สร้างสื่อได้ทั้งระบบออนไลน์และออฟไลน์ผลผลิตที่สร้างด้วยออรัสมาจะมีได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ เสียง สามารถประยุกต์ใช้ออรัสมาสร้างเป็นสื่อได้หลากหลาย

จากการศึกษาคุณสมบัติของ Aurasma สามารถสรุปได้ว่า Aurasma เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกเสมือนจริง โดยใช้ตัวกลาง ได้แก่ โทรศัพท์มือถือ แท็บแล็ต ปรากฏเป็นข้อมูลและเนื้อหาตามที่กำหนด ในการสร้างสื่อ สร้างได้ทั้งระบบออนไลน์และออฟไลน์โดยสื่อที่ได้จะเป็นภาพนิ่ง ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือเสียง

ขั้นตอนการสร้างสื่อ Aurasma

Aurasma Inc. (2012 อ้างอิงใน พรทิพย์ ปริยาทิต, 2558) ได้แนะนำวิธีการผลิตและพัฒนาผ่านบนเว็บไซต์ ที่ http://studio.aurasma.com ซึ่งขั้นตอนหลักที่ผู้พัฒนาแอปพลิเคชันได้ระบุไว้ใน คู่มือแนะนำการใช้งาน มี 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การอัพโหลดรูปภาพตัวนำ (Trigger Image) ขั้นตอนนี้สามารถอัพโหลดภาพ หรือวัตถุต่าง ๆ ที่จะให้เป็นตัวนำในการเปิด AR โดยสามารถอัพโหลดไฟล์นามสกุล PNG หรือ JPEG โดยที่มีขนาดไม่เกิน 50,000 พิกเซล

2. การอัพโหลดสิ่งซ้อนทับ (Overlay) สิ่งซ้อนทับสามารถมีได้หลายรูปแบบ ได้แก่ รูปภาพ ไฟล์วิดีโอ ฉากสามมิติ หรือวัตถุสามมิติได้ โดยสนับสนุนไฟล์ในรูปแบบ MP4, FLV, PNG, JPEG และ TAR (3D)

3. การสร้างช่อง (Channel) ช่องเปรียบเสมือน โฟลเดอร์ที่จัดเก็บรวบรวมสื่อ Aura โดยสามารถกำหนดชื่อของช่อง คำอธิบาย และใส่รูปภาพประกอบ

4. การสร้าง Auras สามารถทำได้โดยนำสิ่งซ้อนทับ (Overlay) ลงไปบนภาพตัวนำ (Trigger Image) และเลือกตั้งค่าคำสั่งเพื่อให้แสดงผลต่าง ๆ นำ Auras ไปใส่ไว้ยังช่องทางที่เปิดไว้ และแนบจุดเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ เพื่อเผยแพร่ต่อไป

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2556) กล่าวถึง การใช้งานแอปพลิเคชัน Aurasma เพื่อสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมนั้น มีกระบวนการและขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. เริ่มต้นใช้งานด้วยการสมัครเข้าใช้งานในการเริ่มต้นใช้งานจะต้องทำการสมัครสมาชิกก่อนโดยเข้าไปที่ https://studio.aurasma.com/register เพื่อกรอกข้อมูลสมัคร เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์และยืนยันการสมัครภายใน 24 ชั่วโมง ทาง Aurasma จะตรวจสอบทบทวนและประมวลผลบัญชีรายชื่อที่สมัครจากนั้นจะส่งอีเมลล์ตอบกลับมาที่มีรายละเอียดการเข้าสู่ระบบ

2. เข้าสู่ระบบ ในการเข้าสู่ระบบให้ไปที่ https://studio.aurasma.com เพื่อเข้าสู่บัญชีที่ได้สมัครเมื่อเข้าสู่ระบบครั้งแรกจะทำการรับข้อตกลงและเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับการใช้งาน เมื่อได้เข้าสู่ระบบจะปรากฏหน้าจอเป็นเหมือนแผงควบคุม จัดการสร้างชิ้นงาน Aurasma สังเกตเห็นไอคอนด้านขวามือซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับสร้างชิ้นงานได้แก่ Trigger Images Overlays Auras และการตั้งค่าบัญชีและส่วนของการช่วยเหลือ

3. เริ่มต้นด้วยการสร้าง Trigger Images ในการทำงานหรือสร้างชิ้นงาน Trigger ซึ่ง Aurasma ใช้ภาพและเทคโนโลยีจดจำวัตถุ เรียกว่า Trigger ภาพ Trigger จะต้องเบน ไฟล์ JPEG หรือ PNG

4. การทำ Overlays เป็นขั้นตอนต่อมา เป็นเหมือนที่เก็บทรัพยากรต่าง ๆ ที่ต้องการแสดงผล เป็นการเพิ่มเนื้อหาสื่อมาทับซ้อนบน Trigger นั่นเองเหมือนกับที่ทำสื่อ AR ด้วยโปรแกรมอื่น ๆ โดยสามารถนำภาพวีดิโอ ภาพนิ่ง โมเดล 3 มิติ หรือหน้าเว็บมาใช้งาน Overlays ยังสามารถนำมาใช้งานใหม่ได้หลายครั้งกับ Trigger อื่น ๆ ได้

5. การสร้าง Channels, Channels เป็นเสมือนโฟลเดอร์ที่เก็บ Auras หลาย ๆ อันไว้ด้วยกัน สามารถเปิดดูหรือค้นหาได้ หากตั้งค่าเป็น public Channels จะมีเครื่องมือติดตาม หรือที่เรียกว่า follows เพื่อปลดล็อคและเข้าชม Auras เราควรใส่ข้อมูลและรายละเอียดลงไปใน Channels ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้ผู้อื่นค้นหาง่าย ตั้งชื่อ Channels อย่างเหมาะสมใช้ส่วนของการกรอกรายละเอียดเพื่ออธิบายเนื้อหาด้านในและอัพโหลดรูปประจำ Channels ให้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา

6. การสร้าง Auras เมื่ออัพโหลด Trigger Images, Overlays และสร้าง Channels ขั้นตอนสุดท้ายคือการส้ราง Auras

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้าง Aurasma สรุปได้ว่า มีขั้นตอน คือ อัพโหลดรูปภาพ Trigger Images ต่อมาสร้าง Overlays เพื่อที่จะซ้อนทับบน Trigger Images แล้วสร้าง Channels สำหรับสะสมสื่อ และขั้นตอนต่อมา คือ การสร้าง Auras โดยนำ Overlayลงไปบน Trigger Image แล้วกำหนดคำสั่งแสดงผลต่าง ๆ

ณัฏฐ์ ดิษเจริญ (2557) กล่าวถึงการสร้างออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. การออกแบบและพัฒนาโมเดลสามมิติ ซึ่งเป็นแบบจำลองแสดง ลักษณะโครงสร้างทางเคมี

2. การออกแบบและพัฒนามาร์กเกอร์สำหรับระบุตำแหน่งที่จะให้ แอปพลิเคชันแสดงผล

3. การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถแสดงผลโมเดลที่พัฒนาขึ้นบนคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ในงานวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ โดยใช้แอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า V-player ซึ่งมีการสร้างและพัฒนาสื่อการสอน ดังนี้

1. การเริ่มต้นใช้งานจะต้องทำการสมัครสมาชิกโดยสามารถเข้าไปสมัครได้ที่ https://www.vidinoti.com/en/home/

2. เข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานได้ที่ https://armanager.vidinoti.com/apinew/login เมื่อได้เข้าสู่ระบบจะปรากฏหน้าจอเป็นเหมือนแผงควบคุมด้านซ้ายมือสำหรับการสร้างชิ้นงาน

3. สร้าง marker โดยการเลือกรูปภาพที่ต้องการซึ่งรูปภาพดังกล่าวจะใช้เป็นตัวสแกนเข้าสู่เนื้อหา รูปภาพที่ใช้จะต้องใช้ไฟล์ JPG. เมื่อเลือกรูปภาพแล้วให้นำ QR Code ในระบบมาวางบนรูปภาพแล้วกดบันทึกเก็บไว้เพื่อส่งให้นักเรียนสแกนเข้าไปศึกษาบทเรียน

3.การสร้างเนื้อหาของสื่อ จากหน้าแรกที่เข้าสู่ระบบให้กดเลือก “Create new content” แล้วสร้างเนื้อหาโดยเพิ่ม ภาพวีดิโอ ภาพนิ่ง โมเดล 3 มิติ เกี่ยวกับอะตอมและสมบัติของธาตุ ใบความรู้ แบบทดสอบ ลงในระบบ

4. เมื่อสร้างเนื้อหาเสร็จ กดบันทึกเนื้อหา ระบบก็จะมาโฟกัสที่ Content list แล้วกดเปิดความเป็นสาธารณะของเนื้อหา ขั้นสุดท้ายทดสอบการใช้สื่อโดยการนำ แอปพลิเคชัน V-Player ที่ติดตั้งในสมาร์ทโฟน หรือ แท็ปเล็ต สแกนมาร์คเกอร์ที่สร้างก็สามารถเรียนรู้เนื้อหาเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุได้

สรุปได้ว่าในงาน วิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะนำเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

(Augmented Reality) เข้าไปใช้ในขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นขยายความรู้ ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

สื่อการเรียนการสอน

สื่อ คือ ตัวกลางที่ใช่ถ่ายทอดหรือนำความรู้ ในลักษณะต่าง ๆ จากผู้ส่งไปยังผู้รับให้เข้าใจความหมายได้ตรงกันในการเรียนการสอน สื่อที่ใช้เป็นตัวกลางนำความรู้ในกระบวนการสื่อความหมายระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนเรียกว่าสื่อการสอน (Instruction Media)

ความหมายของสื่อการสอน

ในทางการศึกษามีคำที่มีความหมายแนวเดียวกันกับสื่อการเรียนการสอน เช่น สื่อการสอน (Instructional Media or Teaching Media) สื่อการสอน (Educational media) อุปกรณ์ช่วยสอน (Teaching Aids) เป็นต้น ในปัจจุบันนักการศึกษามักจะเรียกการนำสื่อการเรียนการสอนชนิดต่าง ๆ มารวมกันว่า เทคโนโลยีทางการศึกษา (Educational) ซึ่งหมายถึงการนำเอาวัสดุอุปกรณ์และวิธีการมาใช้ร่วมกันอย่างมีระบบในการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2548) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สื่อใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์ วิทยุ โทรทัศน์ วีดิทัศน์ แผนภูมิ รูปภาพ เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนหรืออุปกรณ์เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาจากวัสดุสิ่งเหล่านี้เป็นวัสดุอุปกรณ์ทางกายภาพที่นำมาใช้ในเทคโนโลยีการศึกษา เป็นสิ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับทำให้การสอนของครูผู้สอนส่งไปถึงนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ครูผู้สอนวางไว้ได้เป็นอย่างดี

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2552) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุและอุปกรณ์ หรืออาจจะเป็นวิธีการที่เป็นตัวกลางการถ่ายทอดในการสื่อความหมายเพื่อให้รับรู้ทั้งผู้ส่งสารและผู้รับสารมีความเข้าใจที่ตรงกัน

จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2560) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุอุปกรณ์เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยนักเรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้สะดวกและรวดเร็ว สื่อดังกล่าวสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ตามคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ (ประกอบด้วยข้อความภาพ) สื่อเสียง สื่อวิดีโอหรือโทรทัศน์ ตลอดจนสื่อในรูปแบบของสิ่งของทั้งของจริงและของเลียนแบบ

จากการศึกษาความหมายของสื่อการเรียนการสอน สามารถสรุปได้ว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุและอุปกรณ์ หรืออาจจะเป็นวิธีการที่เป็นตัวกลางการถ่ายทอดให้นักเรียนเข้าใจความรู้และเป็นผู้ช่วยครูสอนนักเรียน นักเรียนได้เรียนรู้กว้างขึ้น มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ กระตุ้นให้

นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับการวิจัยของจริยา สุภากิจ (2562) ที่ใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริงมาช่วยสอนในวิชาเคมี ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความพึงพอใจในการใช้สื่อการสอนในระดับมากที่สุด

หลักการใช้สื่อการเรียนการสอน

การใช้สื่อการเรียนการสอนนั้นอาจจะใช้เฉพาะขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการสอน หรือจะใช้ในทุกขั้นตอนก็ได้ ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่กำลังจะเรียน หรือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนในครั้งก่อน แต่มิใช่สื่อที่เน้นเนื้อหาเจาะลึกอย่างแท้จริง เป็นสื่อที่ง่ายในการนำเสนอในระยะเวลาอันสั้น

2. ขั้นดำเนินการสอนหรือประกอบกิจกรรมการเรียน เป็นขั้นสำคัญในการเรียนเพราะเป็นขั้นที่จะให้ความรู้เนื้อหาอย่างละเอียดเพื่อสนองวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ต้องมีการจัดลำดับขั้นตอนการใช้สื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน

3. ขั้นวิเคราะห์และฝึกปฏิบัติ สื่อในขั้นนี้จึงเป็นสื่อที่เป็นประเด็นปัญหาให้นักเรียนได้ขบคิดโดยนักเรียนเป็นผู้ใช้สื่อเองมากที่สุด

4. ขั้นสรุปบทเรียน เป็นขั้นของการเรียนการสอนเพื่อการย้ำเนื้อหาบทเรียนให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรใช้เพียงระยะเวลาสั้น ๆ

5. ขั้นประเมินนักเรียน เป็นการทดสอบความสามารถของนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนถูกต้องมากน้อยเพียงใด ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการประเมินจากคำถามจากเนื้อหาบทเรียนโดยอาจจะมีภาพประกอบด้วยก็ได้

ประเภทของสื่อการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้แบ่งประเภทของสื่อไว้ 3 ประเภทดังนี้

1. สื่อวัสดุ (Software) คือ ตัวอุ้มความรู้ เช่น แผ่นภาพโปร่งใส ฟิล์มถ่ายภาพ บัตรคำ แผนที่ ชาร์ต ภาพโปสเตอร์

2. สื่ออุปกรณ์ (Hardware) คือ ช่องทางผ่านของตัวอุ้มความรู้ เช่น เครื่องฉาย เครื่องเสียง คอมพิวเตอร์ ดาวเทียม

3. วิธีการ (Technique) คือ ขั้นตอนในกระบวนการของการนำเสนอเนื้อหาโดยอาศัยกิจกรรมหลากหลาย เช่น สถานการณ์จำลอง การเรียนรู้นอกสถานที่ การสาธิต การจัดป้ายนิเทศ และนิทรรศการ

เอดการ์ เดล (อ้างอิงใน ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) กล่าวว่า การแบ่งสื่อการสอนเป็น

แนวทางในการอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสื่อโสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ในขณะเดียวกันก็เป็นการแสดงขั้นตอนประสบการณ์การเรียนรู้และการใช้สื่อแต่ละประเภทในกระบวนการเรียนรู้ด้วย โดยพัฒนาความคิดของบรุนเนอร์ซึ่งเป็นนักจิตวิทยานำมาสร้างเป็นกรวยประสบการณ์ (Cone of Experience) ได้ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง เป็นประสบการณ์ขั้นที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด โดยการให้นักเรียนได้รับประสบกาณ์ตรงจากของจริง สถานการณ์จริง หรือด้วยการกระทำของตนเอง เช่น การจับต้องและการเห็น

2. ประสบการณ์รอง เป็นการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเรียนจากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด ซึ่งอาจเป็นของจำลอง

3. ประสบการณ์นาฏกรรมหรือการแสดง เป็นบทบาทสมมติหรือการแสดงละครเพื่อเป็นการจัดประสบการณ์ให้แก่นักเรียนในเรื่องที่มีข้อจำกัดด้วยยุคสมัยเวลาและสถานที่ เช่น เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์หรือเรื่องราวที่เป็นนามธรรม

4. การสาธิต เป็นการแสดงหรือลงมือกระทำประกอบคำอธิบายเพื่อให้เห็นลำดับขั้นตอนของการปฏิบัตินั้น ๆ

5. การศึกษานอกสถานที่ เป็นการให้นักเรียนได้รับและเรียนรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ภายนอกสถานที่เรียน อาจเป็นการเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ การสัมภาษณ์บุคคลเพื่อให้ความรู้

6. นิทรรศการ เป็นการจัดแสดงสิ่งต่าง ๆ การจัดป้ายนิเทศ เพื่อให้สาระประโยชน์และความรู้แก่ผู้ชม เป็นการให้ประสบการณ์แก่ผู้ชม โดยการนำประสบการณ์หลายอย่างมาผสมผสานกันมากที่สุด

7. โทรทัศน์ โดยใช้ทั้งโทรทัศน์การศึกษาและโทรทัศน์การสอนเพื่อให้ข้อมูลความรู้แก่นักเรียนหรือผู้ชมที่อยู่ในห้องเรียนหรืออยู่ทางบ้าน และใช้ส่งได้ทั้งในระบบวงจรเปิดและวงจรปิด การสอนอาจจะเป็นการสอนหรือบันทึกลงวีดิทัศน์ก็เป็นได้

8. ภาพยนตร์ เป็นภาพที่บันทึกเรื่องราวเหตุการณ์ลงบนแผ่นฟิล์มเพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งภาพและเสียงโดยประสาทตาและหู

9. การบันทึกเสียง วิทยุ ภาพนิ่ง การบันทึกเสียงอาจเป็นทั้งในรูปแผ่นเสียงหรือเทปบันทึกเสียงวิทยุเป็นสื่อที่ใช้เฉพาะเสียง ส่วนภาพนิ่งอาจเป็นรูปภาพ โดยเป็นภาพวาด สไลด์ ภาพล้อ หรือภาพเสมือนจริงก็ได้ ข้อมูลที่อยู่ในสื่อขั้นนี้จะให้ประสบการณ์แก่นักเรียนที่ถึงแม้จะอ่านหนังสือไม่ออกแต่สามารถเข้าใจถึงเนื้อหาเรื่องราวที่สอนได้ เนื่องจากเป็นการฟังหรือดูภาพไม่จำเป็นต้องอ่าน

10. ทัศนสัญลักษณ์ เช่น แผนที่ แผนภูมิ แผนสถิติ หรือเครื่องหมายต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่ง

ที่เป็นสัญลักษณ์แทนความจริงของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อมูลที่ต้องการให้เรียนรู้

11. วจนสัญลักษณ์ เป็นประสบการณ์ขั้นที่เป็นนามธรรมมากที่สุด ได้แก่ ตัวหนังสือในภาษาเขียนและเสียงคำพูดในภาษาพูด

จากกรวยประสบการณ์นี้ เอดการ์ เดล ได้แบ่งประเภทของสื่อออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. สื่อประเภทวัสดุ (Software) หมายถึง สื่อที่เก็บความรู้อยู่ในตัวเอง ซึ่งจำแนกย่อยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 วัสดุประเภทที่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์อื่น ๆ ช่วย เช่น แผนที่ ลูกโลก หุ่นจำลอง

1.2 วัสดุประเภทที่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ได้ด้วยตัวเอง จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นเสียง ฟิล์มภาพยนตร์ สไลด์

2. สื่อประเภทอุปกรณ์ (Hardware) หมายถึง สื่อที่เป็นตัวผ่านที่ทำให้ข้อมูลหรือความรู้ที่อยู่ภายในวัสดุสามารถถ่ายทอดออกมาใช้หรือเรียนรู้ได้ เช่น เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องฉายสไลด์

3. สื่อประเภทเทคนิคและวิธีการ (Techniques and methods) หมายถึงสื่อที่มีลักษณะเป็นแนวความคิดหรือรูปแบบขั้นตอนในการเรียนการสอนซึ่งไม่มีลักษณะเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ แต่สามารถใช้สื่อวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นมาช่วยในการดำเนินงานได้ เช่น การจัดระบบ การสอนแบบจุลภาค การสาธิต

การแบ่งประเภทสื่อการศึกษาตามลักษณะสื่อในกระแสความคิดของคน (นักเรียน) การแบ่งประเภทของสื่อการศึกษาตามลักษณะสื่อในกระแสความคิดของนักเรียนนี้ แบ่งตามทฤษฎีโครงสร้างของความคิด (Cognitive structure) ของบรูเนอร์ (Bruner, 1966) ซึ่งอธิบายไว้ว่า คนเราจะเกิดความรู้ความเข้าใจสิ่งแวดล้อมได้โดยสิ่งแวดล้อมที่เป็นวัตถุ ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์เร้าให้เกิดสื่อหรือสิ่งแทนในการะแสความคิดด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสามด้าน ได้แก่ ด้านกระทำ ด้านภาพ หรือด้านสัญลักษณ์ ดังนั้น สื่อในที่นี่จึงหมายถึงสื่อที่เป็นวัตถุหรือสถานการณ์กับสื่อที่เป็นลักษณะของความคิด ซึ่งอาจเทียบกับสื่อที่แบ่งประเภทตามแบบของ เอดการ์ เดล ได้ดังนี้

1.สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการกระทำการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้ ได้แก่ สื่อของจริง สถานการณ์จำลอง หุ่นจำลอง การทดลองสาธิต และการศึกษานอกสถานที่

2.สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดภาพนึก ได้แก่ สื่อนิทรรศการ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ ภาพนิ่ง วิทยุและแผ่นเสียง

3.สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการคิดนึกเป็นสัญลักษณ์ ได้แก่ สื่อทัศนสัญลักษณ์และภาษา

ประเภทของสื่อการศึกษาตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ

ประเภทของสื่อการศึกษาตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มเครื่องมือ-อุปกรณ์ (Hardware) และ กลุ่มโปรแกรม (Software)

จากการได้ศึกษาประเภทของสื่อการเรียนการสอนสามารถสรุปได้ว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เป็นสื่อประสมที่ผสมผสานระหว่าง สื่อวัสดุ (Hardware) คือ คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คและสมาร์ทโฟนหรือ แท็บเล็ต ที่มีปฏิบัติการ ไอโอเอส และ เ อนดรอยด์ ส่วน สื่ออุปกรณ์ (Software) คือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีชื่อว่า V-director ที่ถูกผลิตมาเพื่อใช้สร้าง เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมและแอปพลิเคชัน V-player ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ในการเข้าถึงสื่อเข้าไว้ด้วยกันเพราะขั้นตอนในการสร้างสื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมจะสร้างตัวอุปกรณ์ที่ไว้ใช้สแกนเปรียบเสมือนฮาร์ดแวร์และเมื่อใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตมาส่องก็จะประมวลผลเป็นภาพออกมาผ่านอุปกรณ์ดังกล่าวเปรียบเสมือนซอฟต์แวร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973, หน้า 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การบรรลุถึงความรู้หรือการพัฒนาการเรียนการสอน โดยพิจารณาจากคะแนนที่กำหนดให้หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ได้รับมอบหมายหรือจากทั้งสองส่วน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 15) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สิ่งที่ต้องการให้เกิดกับตัวนักเรียนหลังจากที่กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถวัดได้จากพัฒนาการทางสติปัญญา

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 295) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 11) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือต้องอาศัยความรอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548, หน้า 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 122) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ การศึกษา ค้นคว้า

อบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้าน และแหล่งอื่น ๆ

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ผลของความสำเร็จจากการเรียนรู้ และความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งได้รับจากการศึกษา ค้นคว้า และประสบการณ์ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ซึ่งสามารถวัดตามพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมใน 6 ระดับ คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ และความสามารถทางวิชาการ ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาเคมี 1 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

แนวคิด ทฤษฎีของ Bloom

Benjamin S. Bloom (อ้างอิงใน ชวาล แพรัตกุล, 2525, หน้า 7) ได้จำแนกพฤติกรรมทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาคือพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย แบ่งออกเป็น 6 ด้านคือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

ชวลิต ศรีคำ (2552, หน้า 1-4) กล่าวว่า บลูม และคณะจัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของ Benjamin Bloom ซึ่งได้พัฒนาขึ้นในช่วงศตวรรษที่ 6 ของศตวรรษที่ 20 (1950 – 1959) โดยใช้หลักจำแนกอันดับ (Taxonomy) ซึ่งแยกพฤติกรรมการเรียนรู้ออกได้เป็ น 3 ด้าน คือ

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ได้แก่ ความรู้ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation)

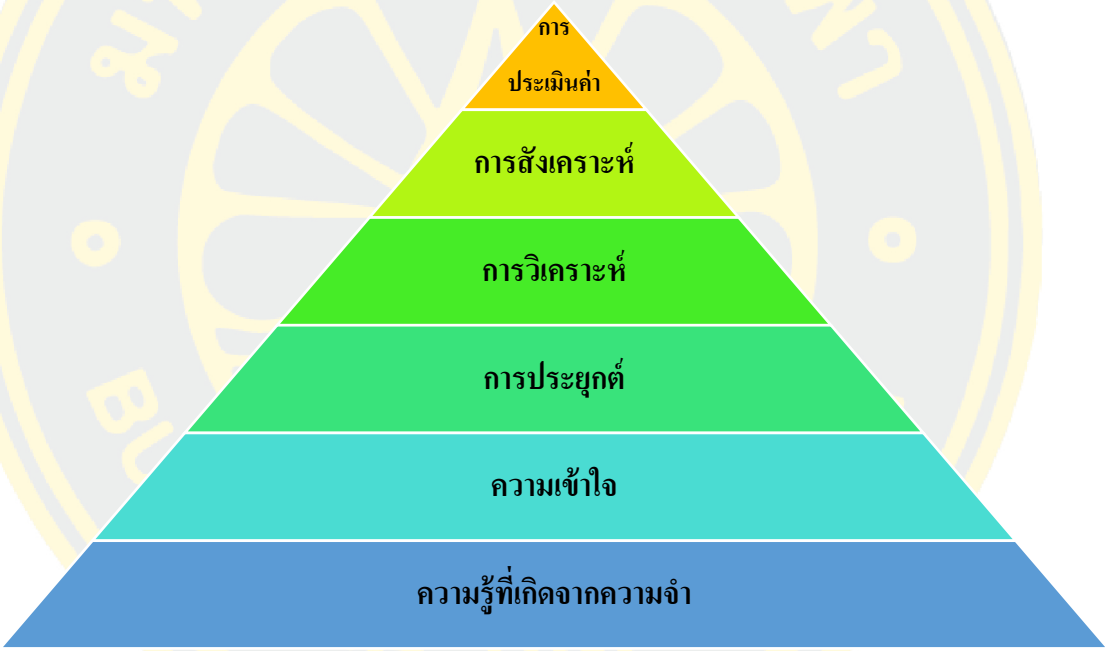
2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective domain) ได้แก่ การรับรู้ (Receiving) การตอบสนอง (Responding) การเห็นคุณค่า (Valuing) การจัดระบบและการสร้างกรอบความคิด (Organization and Conceptualising) และการสร้างลักษณะนิสัย (Characterization by value or Value Concept)

3. พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ได้แก่ การเลียนแบบ (Imitation) การทำตามแบบ (Manipulation) การทำอย่างถูกต้อง (Precision) ความชัดเจนในการปฏิบัติ (Articulation) การทำอย่างเป็นธรรมชาติ หรืออัตโนมัติ (Naturalization)

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถในการคิดหรือกระบวนการทางปัญญา คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เนื่องจากพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive

domain) เป็นสมรรถภาพทางสติปัญญาหรือทางสมองของผู้เรียนในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจะต้องอาศัยความสามารถทางสมองเป็นที่ตั้งของการคิดในระดับต่าง ๆ รวมทั้งจดจำ เช่น การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การเขียนเรียงความ การทำความเข้าใจใน การอ่าน การคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งในปี ค.ศ. 1956 บลูม (Benjamin Bloom) และคณะ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการรับรู้หรือพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ว่ามีลักษณะเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นลำดับขั้น (Benjamin Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) และจะค่อย ๆ เพิ่มความซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงขั้นสุดท้ายทั้งหมด 6 ขั้น ดังภาพที่ 2-3

การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) แบ่งเป็น 6 ระดับ



ภาพที่ 2-3 ภาพการเรียนรู้พุทธิพิสัย 6 ด้าน

อารีย์ วชิรวราการ (2542, หน้า 36-40) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ทางด้านสติปัญญา และสมอง เช่น การจดจำข้อเท็จจริง ความเข้าใจ การสร้างสมมติฐานและการแก้ปัญหา บลูมและคณะได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธพิสัยออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถในการจำหรือระลึกถึงข้อเท็จจริงตามเนื้อหาที่ได้เรียนหรือได้มีประสบการณ์แล้ว จำแนกย่อยเป็น

1.1 ความรู้เฉพาะอย่าง เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือนิยามของคำเฉพาะ หรือ

คำเทคนิคของวิชานั้น ๆ และความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีและการดำเนินการ เป็นความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภทสิ่งของต่าง ๆ เกณฑ์หรือคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ

1.3 ความรู้สรุปรวบยอด เป็นความรู้เกี่ยวกับหลักการข้อสรุปทฤษฎีหรือโครงสร้างที่สกัดได้จากเรื่องราวหรือข้อเท็จจริงทั้งหลาย

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการสื่อสาร ข้อความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่โดยใช้ถ้อยคำภาษาอย่างใหม่และได้ใจความที่ถูกต้อง จำแนกย่อยเป็น

2.1 การแปลความ เป็นความสามารถในการแปลความหมายของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏโดยใช้ถ้อยคำภาษาของตนเองได้อย่างถูกต้อง โดยการแปลความแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.1.1 แปลความหมายจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่ง

2.1.2 การแปลสัญลักษณ์ ได้แก่ การแปลความหมายจากรูปภาพ ตาราง เครื่องหมาย และสัญลักษณ์ต่าง ๆ

2.1.3 การถอดความ เป็นการถามให้แปลความหมายของคติพจน์ คำคม คำพังเพย สุภาษิต ให้เป็นภาษาสามัญหรือแปลภาษาสามัญให้เป็นสุภาษิต

2.2 การตีความ เป็นความสามารถที่จะค้นหาเปรียบเทียบทั้งความสำคัญและความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ๆ ภายในเป็นเรื่องหรือเป็นความสามารถในการจับความหมายสำคัญของเรื่องนั้นได้หรือไม่

2.3 การขยายความ เป็นความสามารถในการขยายความคิดออกมาโดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำข้อความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และสามารถยกตัวอย่างและสาธิตสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วได้ในรูปแบบใหม่

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะข้อความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วออกเป็นส่วน ๆ ได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจจะเป็นการแยกแยะเพื่อหารายละเอียด ประเด็นสำคัญ สาระหลักหรือความเกี่ยวโยงของรายละเอียดที่ประกอบกันเป็นข้อความรู้ การวิเคราะห์จำแนกย่อยเป็น

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นความสามารถในการแยกแยะข้อความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว ว่ารายละเอียดมีส่วนประกอบสำคัญอะไรบ้าง มีประเด็นที่เป็นส่วนสำคัญอย่างไรบ้าง

4.2 การวิเคราะห์สัมพันธ์ เป็นความสามารถในการแยกแยะให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นข้อความรู้

4.3 การวิเคราะห์หลักดำเนินการ เป็นความสามารถในการแยกแยะให้เห็นถึง

ข้อความรู้นั้นมีหลักการ ระเบียบวิธี โครงสร้างอย่างไรบ้าง

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการรวบรวมผสมผสาน หรือ สรุปข้อความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วให้เป็นเรื่องราวที่ได้สาระเพิ่มขึ้นจากเดิม จำแนกย่อยเป็น

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ เป็นความสามารถในการผลิตผลงานเพื่อสื่อความเฉพาะอย่างโดยใช้ข้อความรู้ที่มีอยู่

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน เป็นความสามารถในการสร้างแผนงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อการนำไปปฏิบัติ

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการสรุปสร้างแนวคิด หรือทฤษฎีใหม่ที่ระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อความรู้ต่าง ๆ

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินคุณค่าของเนื้อหาวิชาความคิดวิธีการต่าง ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการประเมินจำแนกย่อยเป็น

6.1 การประเมินค่าโดยใช้เกณฑ์ภายใน เป็นความสามารถในการตัดสินคุณค่าโดยอาศัยหลักฐาน ข้อเท็จจริงที่ปรากฏภายในเรื่องราวนั้น ๆ เป็นเกณฑ์

6.2 การประเมินค่าโดยใช้เกณฑ์ภายนอก เป็นความสามารถในการตัดสินคุณค่าโดยใช้เกณฑ์ที่ไม่ได้อยู่ในเรื่องราวที่กำหนดให้ ซึ่งอาจจะเป็นประเพณี แบบแผนทางสังคม ค่านิยม คุณธรรมต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานของสังคม

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อารีย์ วชิรวราการ (2542, หน้า 143) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่วัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้าน ความรู้ ทักษะ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากภายในโรงเรียนและนอกโรงเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2533, หน้า 102) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงทั้งจากทางบ้านและสถาบันการศึกษา

สมนึก ภัททิยธนี (2541, หน้า 73) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2543, หน้า 53) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื่อหาสาระและจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้นโดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ความสามารถในด้านวิชาการของนักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนทั้งในสถานศึกษาและนอกสถานศึกษา โดยวัดตามพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึงแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษามีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นข้อสอบที่กำหนดข้อคำถามหรือปัญหาแล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูกผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน (พิชิต ฤทธิ์จำรูญ, 2545, หน้า 96)

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบโดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดได้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งครูผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียน

การสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง

โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักวิธีและวิธีการเขียนคำตอบ

4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ตรวจทานข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วน ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรืออธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากการวิเคราะห์ข้อสอบ หากข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นแล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป (พิชิต ฤทธิ์จำรูญ, 2545, หน้า 96)

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามโครงสร้างเนื้อหาเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ ความสามารถในกระบวนการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ ที่วัดได้ใช้โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งวัดตามพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ด้านตามแนวคิดของบลูม คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อคำถามปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ซึ่งนำมาทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียน โดยวัดตามพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

เจตคติ

ความหมายของเจตคติ

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่า “เจตคติ” ไว้ ดังนี้

Good (1973, p. 46) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความโน้มเอียงหรือแนวโน้มของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งของ สถานการณ์หรือค่านิยมโดยปกติจะแสดงออกมาพร้อมกับ ความรู้สึกและอารมณ์ เจตคติไม่อาจสังเกตได้โดยตรงแต่จะสังเกตได้จากพฤติกรรมที่แสดงออก

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2527, หน้า 168) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่ได้จากการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อบุคคลหรือสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง กล่าวคือแสดงความพร้อมที่จะเข้าไปหาเมื่อเกิดความรู้สึกชอบ เรียกว่า เจตคติที่ดีหรือทางบวก แสดงความพร้อมที่จะถอยหนีเมื่อเกิดความรู้สึกไม่ชอบ เรียกว่า เจตคติที่ไม่ดีหรือทางลบ

สงบ ลักษณะ (2529, หน้า 42) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบ ไม่พอใจ หรือไม่ชอบสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540, หน้า 8) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความพร้อมของบุคคลในการตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งทั้งในด้านบวกและในด้านลบ เช่น พอใจ ไม่พอใจ สนับสนุนหรือคัดค้าน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 52) กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึกของคน คนเราจะรู้สึกได้ก็ต่อเมื่อประสาทได้สัมผัสกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งก่อน เกิดความรู้สึกตั้งแต่ขั้นต้นจนถึงขั้นสูง คือเกิดความสนใจ ความซาบซึ้งพอใจ เจตคติจึงตามมา

บุญเรือน ปรีชาธรรมรัตน์ (2535, หน้า 13) ได้ให้ความหมายของเจตคติ ดังนี้ เจตคติเป็นความคิดเห็น ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ความรู้สึก และแนวโน้มของบุคคลที่จะปฏิบัติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งความคิดเห็นเหล่านี้เป็นผลเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์การเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

อัมพา ซองทุมรินทร์ (2542, หน้า 11) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติเป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจเป็นบุคคลหรือสิ่งของ และเป็นตัวที่จะชี้แนวทางในการแสดงพฤติกรรมถ้ามีเจตคติไม่ดีจะถอยหนี หรือต่อต้าน ถ้ามีเจตคติที่ดีจะแสดงออกโดยการเข้าร่วม เจตคติจึงเป็นพื้นฐานของพฤติกรรมของมนุษย์

วนิดา แก้วกุลบุตร (2547, หน้า 24) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติ หมายถึง ท่าที และความรู้สึกของบุคคลที่เกิดจากความคิด ประสบการณ์ที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นบุคคล วัตถุสิ่งของ และสถานการณ์ อาจมีทิศทางในทางบวก หรือทางลบ

ดังนั้นสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง การแสดงความรู้สึกของบุคคลที่ได้จากการเรียนรู้และประสบการณ์ในการที่ตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นบุคคลหรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ทั้งในด้านบวกและด้านลบ

การเกิดเจตคติ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจตคติ ออสแคมพ์ (Oskamp. 1977) ได้แบ่งปัจจัยของการที่บุคคลเกิดเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นเป็นผลมาจากสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. การเรียนรู้ จากการอบรมเลี้ยงดูในวัยเด็ก การอบรมเลี้ยงดูที่ได้รับจะฝังใจและกลายมาเป็นเจตคติในโอกาสต่อมา

2. ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะประสบการณ์ครั้งแรกจะมีผลให้บุคคลเกิดเจตคติต่อสิ่งนั้น ๆ อย่างฝังใจ

3. การถ่ายทอด บุคคลจะได้รับการถ่ายทอดเจตคติจากบุคคลที่อยู่แวดล้อม และรับมาเป็นเจตคติของตนได้

4. บุคลิกภาพของบุคคล บุคลิกภาพของคนจะมีผลต่อการเกิดเจตคติต่อสิ่งต่างๆ เช่น ผู้ที่มีบุคลิกภาพแบบยึดมั่นในหลักเกณฑ์ที่สังคมวางไว้ จะมีเจตคติในทางลบต่อผู้ไม่ปฏิบัติ ตามกฎเกณฑ์ของสังคม

5. สื่อมวลชน สื่อต่าง ๆ จะให้ข้อมูลต่าง ๆ กับบุคคล ทำให้บุคคลเกิดเจตคติต่อสิ่งเร้านั้น

6. ความต้องการของบุคคล บุคคลจะมีเจตคติที่ดีต่อสถานการณ์หรือบุคคลที่จะช่วยให้ตนได้รับในสิ่งที่ต้องการ และมีเจตคติไม่ดีต่อสิ่งที่ขัดขวางหรือไม่เอื้อประโยชน์ต่อแนวทางที่จะไปสู่ความต้องการนั้น ๆ

7. ระบบค่านิยมกลุ่มชนแต่ละกลุ่มจะมีค่านิยมแตกต่างกันซึ่งมีผลต่อเจตคติของ บุคคลด้วย ดังนั้นคนแต่ละกลุ่มจึงมีเจตคติต่อสิ่งเดียวกันแตกต่างกันได้ การมีเจตคติดีหรือไม่ดีต่อสิ่งเร้าหนึ่ง ๆ นั้น จึงขึ้นกับวัฒนธรรม ค่านิยม หรือบรรทัดฐานของกลุ่มที่บุคคลนั้นใช้ชีวิตอยู่

องค์ประกอบของเจตคติ

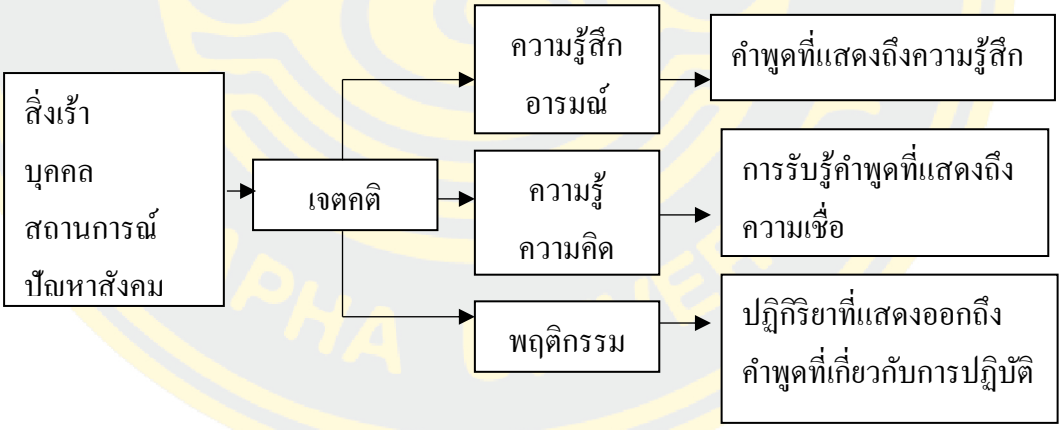
กัลยา นาคเพ็ชร์ และวรรณเพ็ญ อินทร์แก้ว (2544, หน้า 18) กล่าวว่า องค์ประกอบของเจตคติแบ่งออกเป็น 3 อย่าง คือ

1. องค์ประกอบทางด้านพุทธิปัญญา ได้แก่ ความเชื่อหรือแนวคิดหรือความรู้ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งในแง่ดีและแง่ไม่ดี

2. องค์ประกอบทางด้านปฏิบัติ เป็นองค์ประกอบที่มีแนวโน้มที่จะกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งต่อสิ่งของ บุคคล หรือสถานการณ์ ถ้ามีสิ่งเร้าที่เหมาะสมก็จะเกิดการปฏิบัติหรือปฏิกิริยาอย่างใดอย่างหนึ่งตอบสนอง

3. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก เป็นส่วนประกอบด้านอารมณ์ ความรู้สึกที่จะเป็นสิ่งเร้าความคิดอีกต่อหนึ่งและความรู้สึกนี้อาจแสดงออกโดยทางสีหน้า ท่าทางที่เขาคิดถึงสิ่งนั้น เช่น โกรธ เกลียด รัก ชอบ

องค์ประกอบของเจตคติทั้ง 3 องค์ประกอบ มีความสัมพันธ์กันระหว่างเจตคติกับพฤติกรรม โดยที่เจตคติมีความสำคัญอยู่ที่องค์ประกอบด้านจิตพิสัย ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 แสดงองค์ประกอบของเจตคติ

จากการศึกษาองค์ประกอบของเจตคติ สรุปได้ว่า งานวิจัยนี้ใช้องค์ประกอบเจตคติทางด้านความรู้สึกที่ใชในการวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วย เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ

การวัดเจตคติ

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ (2534, หน้า 108) ได้กล่าวถึงการวัดเจตคติว่าทำได้หลายวิธี คือ บางวิธีเน้นความเป็นมิติเดียวกันมากกว่าวิธีอื่น บางวิธีเน้นทางด้านการกำหนดช่วงคะแนนเท่ากัน

บางวิธีเน้นในการสร้างทฤษฎีผู้วิจัยสามารถที่จะเลือกตัดสินใจใช้วิธีวัดแบบใดแบบหนึ่งหรือหลายแบบก็ได้ แต่ที่นิยมกันได้แก่การวัดของ Likert เพราะมาตรการวัดเจตคติแบบวัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งสอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองข้อความนั้นอาจเป็นไปได้ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้นหรือแสดงความไม่แน่ใจกับข้อความนั้น มีวิธีการสร้างข้อความโดยเขียนข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะของเรื่องที่จะสอบถามให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนทุกแง่มุม โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

1. เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)
2. เห็นด้วย (Agree)
3. ไม่แน่ใจ (Uncertain)
4. ไม่เห็นด้วย(Disagree)
5. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)

ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อแล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยกับข้อความนั้นมากน้อยพียงใดหรือระดับใดหรืออีกในแง่หนึ่งให้พิจารณาแต่ละข้อความนั้นกล่าวถึงเรื่องต่าง ๆ ตรงกับความรู้สึกของผู้ตอบในระดับใด ในระดับการให้น้ำหนักคะแนนเพื่อแทนระดับเจตคติตามวิธีการของ Likert สามารถให้ได้ 3 วิธี คือ วิธีใช้หลักของคะแนนมาตรฐาน วิธีการกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมของน้ำหนัก ความเบี่ยงเบนทั้งสามวิธีจะได้น้ำหนักความคิดเห็นของบุคคลได้สอดคล้องสัมพันธ์กันในเชิงปฏิบัตินิยมกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ กำหนด 5-4-3-2-1 หรือแบบ 4-3-2-1-0 แต่ถ้าข้อความใดกล่าวในลักษณะลบการให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะให้กลับเป็น 1-2-3-4-5 หรือ 0-1-2-3-4 เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความวัดเจตคติมีค่าประจำตายตัว การที่จะหาว่าบุคลใดมีเจตคติเป็นอย่างไรก็ใช้วิธีรวมน้ำหนักหรือคะแนนการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูงแสดงว่าระดับเจตคติของบุคลนั้นต่อสิ่งนั้นเป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำแสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติไม่ดีต่อสิ่งนั้นหรือมีความรู้สึกไม่พอใจคัดค้านสิ่งนั้น

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534, หน้า 7-8) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ดังนี้

1. การศึกษาเจตคติเป็นการศึกษาความคิดเห็นความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวาหรืออย่างน้อยเป็นความคิดหรือความรู้สึกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้น

เนื้อหาหรือสิ่งเร้าให้แสดงกิริยาท่าทีออกมาต้องมีโครงสร้างแน่นอน

2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้หรือสังเกตได้โดยตรง ดังนั้นการวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อมจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติปฏิบัติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์

3. การศึกษาเจตคติของบุคคลนั้นไม่ใช่เป็นการศึกษาแต่เฉพาะทิศทางเจตคติของบุคคลเท่านั้นแต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้นด้วย โดยทั่วไปกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้แบบวัดเจตคติของ Likert ซึ่งใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งสอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองต่อข้อความอาจเป็นไปได้ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น ๆ หรือแสดงความไม่แน่ใจกับข้อความนั้น กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความเป็น 5 ระดับ

การสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

แบบสอบถามวัดเจตคติเป็นแบบสอบถามที่ให้ความสำคัญต่อข้อความคำถามที่ต้องมีความคลอบคลุมในช่วงของเจตคติทั้งหมด ในการตอบแต่ละข้อความจะบ่งบอกถึงเจตคติที่มีอยู่จุดที่ตอบ กำหนดจากจำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่เคยตอบข้อนั้นมาก่อน และเจตคติของแต่ละคนกำหนดได้จากการรวมค่าคะแนนของคำตอบทั้งหมดในแบบสอบถามของแต่ละคนโดยมีวิธีการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติ ดังนี้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2556)

1. กำหนดเป้าหมายเจตคติว่า คืออะไร มีโครงสร้างลักษณะใด

2. รวบรวมข้อความคำถามที่จะวัดเจตคติของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเป้าหมาย หลีกเลี่ยงข้อความกำกวมและข้อความที่เป็นข้อเท็จจริง ตรวจสอบความเหมาะสม และแยกประเภทเป็นเชิงบวกและเชิงลบ ตัดข้อความที่เป็นกลางๆ ออก จำนวนพอๆ กัน ไม่น้อยกว่า 20 ข้อความคำถาม

3. นำข้อความคำถามที่ได้ไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความคำถาม หากมีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจนจะได้แก้ไขก่อนสร้างเป็นแบบสอบถาม โดยทดลองใช้กับจำนวนผู้ตอบ 10 เท่าของจำนวนข้อ

4. กำหนดน้ำหนักในการตอบแต่ละตัวเลือก โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, 1 สำหรับข้อความคำถามเชิงบวก และ 1, 2, 3, 4, 5 สำหรับข้อความคำถามเชิงลบ

5. คัดเลือกข้อคำถามโดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม หากได้ค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกแสดงว่าข้อความคำถามมีอำนาจจำแนกผู้ตอบที่มีเจตคติที่ดีมี

แนวโน้ม ที่เห็นด้วยกับข้อความคำถาม และมีแนวโน้มน้อยลงที่จะตอบเห็นด้วยกับข้อความคำถามที่แสดงเจตคติที่ไม่ดี หากได้ค่าสหสัมพันธ์เป็นลบแสดงถึงการกำหนดทิศทางน้ำหนักคะแนนมีความคลาดเคลื่อน หากได้ค่า สหสัมพันธ์ต่ำมากหรือเป็นศูนย์แสดงว่าไม่สามารถวัดเจตคติได้ หรือไม่มีค่าอำนาจจำแนก จำเป็นต้องตัดข้อความคำถามนี้ออกไปในการคัดเลือกข้อคำถามอีกวิธีหนึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มผู้ตอบที่ได้คะแนนรวมสูงกับกลุ่มผู้ได้คะแนนรวมต่ำหรือกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเป็นรายข้อจำนวน ร้อยละ 25 ของผู้ตอบแต่ละกลุ่ม นำค่าเฉลี่ยของคะแนนของสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยทดสอบ ค่าสถิติทีหากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่ามีอำนาจจำแนกสามารถนำไปใช้ได้หากไม่มีอำนาจจำแนกให้ตัดข้อความคำถามออกไปเช่นกัน

6. จัดพิมพ์แบบสอบถามวัดเจตคติหลังจากคัดเลือกข้อความคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงสุด ประมาณ 20 – 25 ข้อ

การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามวัดเจตคติ

1. การตรวจสอบคุณภาพรายข้อด้วยค่าอำนาจจำแนก โดยวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์รายข้อกับคะแนนรวม หรือวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มผู้ตอบที่ได้คะแนนรวมของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำด้วยการทดสอบด้วยค่าสถิติที หากมีผลการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่ามีค่าอำนาจจำแนกสามารถนำไปใช้ได้

2. การตรวจสอบแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของแบบสอบถาม ดังนี้

2.1 การตรวจสอบความตรงของแบบสอบถาม มีการตรวจสอบ 2 ลักษณะ ดังนี้

1) การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence = IOC) ที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญเป็นรายข้อจำนวน 5 – 7 คน แบบทดสอบทั้งฉบับต้องมีค่าความตรงเชิงเนื้อหาที่ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.5 ขึ้นไป

2) การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยนำแบบสอบถามเจตคติไปทดลองใช้ในกลุ่มที่ทราบลักษณะอยู่แล้ว หากผลการทดลองใช้มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่ามีความตรงเชิงโครงสร้าง

2.2 การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบถาม มีการตรวจสอบ 2 ลักษณะ ดังนี้

1) การตรวจสอบความเที่ยงด้วยการทดสอบซ้ำโดยนำแบบสอบถามไป ทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 2 ครั้ง ห่างกัน 1 – 2 สัปดาห์ นำผลการทดลองใช้มาหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่มีความเที่ยงที่มีความเที่ยงที่สามารถนำไปใช้ได้

2) การตรวจสอบความเที่ยงด้วยวิธีของครอนบาค โดยนำแบบสอบถามไป ทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 1 ครั้ง นำผลการทดลองใช้มาหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่มีความเที่ยงที่สามารถนำไปใช้ได้

การให้ระดับเจตคติและการแปลความหมาย

ระดับของเจตคติที่วัดโดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติมีวัตถุประสงค์เพื่อบ่งชี้ระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) โดยมีเกณฑ์ในการกำหนดน้ำหนักคะแนนของเจตคติดังนี้

1. คำถามเชิงบวก กำหนดน้ำหนักคะแนนของเจตคติดังนี้

ระดับคะแนน 5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly agree)
ระดับคะแนน 4 คือ เห็นด้วย (agree)
ระดับคะแนน 3 คือ ไม่แน่ใจ (uncertain)
ระดับคะแนน 2 คือ ไม่เห็นด้วย(disagree)
ระดับคะแนน 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly disagree)

2. คำถามเชิงลบ กำหนดน้ำหนักคะแนนของเจตคติดังนี้

ระดับคะแนน 1 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly agree)
ระดับคะแนน 2 คือ เห็นด้วย (agree)
ระดับคะแนน 3 คือ ไม่แน่ใจ (uncertain)
ระดับคะแนน 4 คือ ไม่เห็นด้วย(disagree)
ระดับคะแนน 5 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly disagree)

ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยกับข้อความนั้นมากน้อยเพียงใดหรือระดับใด โดยกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ กำหนด 5-4-3-2-1 แต่ถ้าข้อความใดกล่าวในลักษณะลบ การให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะให้กลับเป็น 1-2-3-4-5 แล้วมีเกณฑ์ในการแปลความหมายของน้ำหนักดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย		การแปลความหมาย
4.51-5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	มาก
2.51-3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	น้อย
1.00-1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

ประโยชน์ของเจตคติ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520, หน้า 4) ได้กล่าวประโยชน์ของเจตคติไว้ ดังนี้

1. ช่วยทำให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบตัว โดยการจัดรูปหรือจัดระบบสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา

2. ช่วยให้มีการเข้าข้างตนเอง (Self-Esteem) โดยช่วยให้บุคคลหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ดีหรือปกปิดความจริงบางอย่างซึ่งนำความไม่พอใจมาสู่ตัวเขา

3. ช่วยในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่สลับซับซ้อน ซึ่งมีปฏิกิริยาโต้ตอบหรือการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งลงไปมากทำให้ความพอใจมาก หรือบำเหน็จรางวัลจากสิ่งแวดล้อม

4. ช่วยทำให้บุคคลแสดงออกถึงค่านิยมของตนเอง ซึ่งแสดงว่าเจตคตินั้นนำความพอใจมาให้บุคคลนั้น

5. เตรียมบุคคลให้พร้อมต่อการปฏิบัติการ

6. ช่วยให้บุคคลได้คาดคะเนล่วงหน้าว่าอะไรจะเกิดขึ้น

7. ทำให้บุคคลได้รับความสำเร็จตามหลักชัยที่วางเอาไว้

แผนการจัดการเรียนรู้

ความหมายของแผนการจัดเรียนรู้

รัชนี ภาเข็ม (2543, หน้า 40) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การเตรียมการสอนอย่างมีระเบียบเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้า และเป็นเครื่องมืออันสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางที่หลักสูตรกำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

รุจิร์ ภู่สาระ (2545, หน้า 159) กล่าวว่า แผนจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรในส่วนที่เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545, หน้า 1) กล่าวว่า แผนจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนที่กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับแนวการดำเนินการและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มีส่วนสำคัญประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนและการวัดผลประเมินผล

สำลี รักสุทธี (2546, หน้า 16) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือการนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่ออุปกรณ์การสอนและการวัดและประเมินผลสำหรับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สภาพผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์และตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่น

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549, หน้า 58) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการเตรียมการสอนหรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากวัตถุประสงค์ว่าจะให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญา/เจตคติ/ทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งเรียนรู้ใด และจะประเมินผลอย่างไร

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 51) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ว่า หมายถึง แผนในการจัดการเรียนการสอนที่ครูหรือผู้สอนเป็นผู้จัดทำขึ้นจากแนวการจัดการเรียนการสอนของคู่มือครูหรือกรมวิชาการภายใต้กรอบเนื้อหาสาระที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ สื่อการเรียนรู้ และวิธีวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น

ฤดี เชยเดช (2557, หน้า 20) กล่าวว่า แผนจัดการเรียนรู้ คือการวางแผนจัดกิจกรรมเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้าอย่างละเอียดเพื่อเป็นแนวทางในการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน โดยมีการวางแผนใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผล ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรปัจจุบัน

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนในการเตรียมการสอนที่ครูผู้สอนจัดทำขึ้นเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์ วิธีการวัดผลและประเมินผลให้กับนักเรียนตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เพื่อให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติให้มีประสิทธิภาพตามที่หลักสูตรได้กำหนดไว้

ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ (2540, หน้า 125) ได้ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนได้มีโอกาสในการพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ของบทเรียนดังกล่าวมาแล้วอย่างรอบคอบ อันส่งผลถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. แผนการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนทำขึ้นเอง เป็นการสร้างครูที่ดี เพราะครูผู้สอนมีโอกาสคาดการณ์ล่วงหน้าในกระบวนการเรียนการสอนซึ่งเป็นการเร้าให้ผู้สอนมีความคิดสร้างสรรค์

3. ทำหน้าที่เปรียบเสมือนผู้เตือนความจำให้แก่ผู้สอน ช่วยไม่ให้สับสน สามารถสอนได้ตรงตามจุดประสงค์ จัดกิจกรรมได้ตามขั้นตอน ใช้สื่อได้เหมาะสมและมีการวัดและประเมินผลเป็นระยะ ๆ

4. ป้องกันการใช้เวลาว่างอย่างไร้ประโยชน์ การทำแผนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้สอน

คำนึงถึงเวลาที่ต้องใช้การเตรียมบทเรียนมากเกินไปจนเป็นการยัดความรู้ให้แก่นักเรียนไม่ส่งผลดีต่อการเรียนรู้และเตรียมบทเรียนน้อยไปอาจทำให้ผู้สอนต้องสอนทบทวนซ้ำซากจนหมดเวลา

5. ช่วยให้เกิดความมั่นใจในการสอน

6. ช่วยให้การบริหารงานเป็นไปด้วยดี เพราะครูใหญ่และศึกษานิเทศก์ก็มีส่วนในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเป็นข้อมูลในการวางแผนและการนิเทศศึกษา

7. ประโยชน์ของครูผู้สอนที่เข้ามาสอนแทนในกรณีที่ครูประจำไม่สามารถทำการสอนได้แต่ได้เตรียมการสอนไว้ล่วงหน้าและเก็บไว้ในที่ ๆ เพื่อครูสามารถหยิบไปใช้ได้

8. เป็นหลักสูตรที่นักเรียนได้เรียน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 2) ได้ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนและเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอนการเรียนรู้สื่อเทคโนโลยีและจิตวิทยาการเรียนการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ

2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกสื่อ การวัดผลและการประเมินผลตลอดจนประเด็นที่เกี่ยวข้อง

3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับครูผู้สอนและครูผู้สอนแทน

4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียน

5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

ประภาพร สุขพูล (2544, หน้า 49) ได้ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ครูใฝ่ศึกษาหาความรู้ทั้งหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสม

2. ครูได้เตรียมการสอนไว้ล่วงหน้า

3. อำนวยความสะดวกแก่ครูที่ไม่มีประสบการณ์ด้านการสอน

4. ให้เป็นคู่มือสำหรับครูที่มาสอนแทนเมื่อติดธุระหรือลา

5. ทำให้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

6. เพื่อเป็นแนวทางในการแนะนำหรือนิเทศการเรียนการสอน

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง (2545, หน้า 52-53) ได้ให้ความสำคัญของการทำแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เห็นความต่อเนื่องของการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร

2. เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน

3. เพื่อให้สามารถเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ให้พร้อมก่อนทำการสอน

4. เพื่อให้ผู้สอนมีความมั่นใจและเชื่อมั่นในการจัดการเรียนรู้

5. เพื่อให้เกิดการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้จากข้อจำกัดที่พบ

6. เพื่อให้ผู้อื่นสอนแทนได้ในกรณีที่มีเหตุจำเป็น

7. เพื่อให้เป็นหลักฐานสำหรับการพิจารณาผลงาน และหาคุณภาพในการปฏิบัติการสอน

8. เพื่อเป็นเครื่องบ่งชี้ความเป็นวิชาชีพของครูผู้สอน (แผนการจัดการเรียนรู้เป็นลักษณะเฉพาะของวิชาชีพครู)

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549, หน้า 58) ได้ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดีวิธีเรียนที่ดีที่เกิดจากการผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา

2. ช่วยให้ครูผู้สอนมีคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการรู้ที่ทำไว้ล่วงหน้าด้วยตนเองและทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย

3. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบว่าการสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใดหรือทราบว่าจะสอนอะไรด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไรและจะวัดผลและประเมินผลอย่างไร

4. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนใฝ่ศึกษาหาความรู้ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนรู้ จัดหาและใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลประเมินผล

5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่มาสอน (จัดการเรียนรู้) แทนได้

6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษา

7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของครูผู้สอนสำหรับประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งและวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอนมีความสำคัญ ดังนี้

1. ช่วยให้ครูผู้สอนมีคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ และช่วยในการวัดและประเมินผล

3. ช่วยครูผู้สอนทราบว่าต้องสอนอะไรบ้าง สอนอย่างไร ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ใด

4. ให้ครูที่เข้าสอนแทนสามารถจัดการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่นักเรียนควรได้รับ

5. ใช้ในการนิเทศการสอนและเป็นผลงานทางวิชาการได้

ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะต้องมีรายละเอียดชัดเจนถึงกิจกรรมนักเรียน บทบาทของครู การใช้สื่อ การวัดผลจนผู้อ่านสามารถมองเห็นภาพพฤติกรรมจริง ๆ ในห้องเรียนได้ จึงถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีและควรมีกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนานักเรียนทักษะความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติ

รุจิร์ ภู่สาระ (2545, หน้า 159) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. จะให้นักเรียนมีคุณสมบัติที่พึงประสงค์อะไรบ้าง

2. จะเสริมสร้างกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียนอะไรบ้าง จึงจะทำให้นักเรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์

3. ครูจะต้องมีบทบาทอย่างไรในการจัดกิจกรรม ตั้งแต่ครูเป็นศูนย์กลางจนถึงนักเรียนเป็นผู้จัดทำเอง

4. จะใช้สื่อ/อุปกรณ์อะไรจึงช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์

5. จะรู้ได้อย่างไรว่านักเรียนเกิดคุณสมบัติตามที่คาดหวังไว้

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 5) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. เนื้อหาต้องเขียนเป็นรายคาบหรือรายชั่วโมงตารางสอน โดยเขียนให้สอดคล้องกับชื่อเรื่องให้อยู่ในโครงการสอนและเขียนเฉพาะเนื้อหาสาระสำคัญพอสังเขป (ไม่ควรบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้อย่างละเอียดมาก ๆ เพราะจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย)

2. ความคิดรวบยอด (Concept) หรือหลักการสำคัญ ต้องเขียนให้ตรงกับเนื้อหาที่จะสอน ส่วนนี้ถือว่าเป็นหัวใจของเรื่อง ครูต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสอนจนสามารถเขียนความคิดรวบยอดได้อย่างมีคุณภาพ

3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องเขียนให้สอดคล้องกลมกลืนกับความคิดรวบยอด ไม่เขียนตามอำเภอใจ ไม่เขียนสอดคล้องเฉพาะเนื้อหาที่จะสอนเท่านั้น เพราะจะได้เฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ สมองหรือการพัฒนาของนักเรียนจะไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร

4. กิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

5. สื่อที่ใช้ควรเลือกให้สอดคล้องกับเนื้อหา สื่อดังกล่าวต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการได้ง่าย

6. วัดผลโดยคำนึงถึงเนื้อหา ความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและช่วงที่ทำการวัด (ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน)เพื่อตรวจสอบว่าการสอนของครูบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

สำลี รักสุทธี (2546, หน้า 16) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีตัดสินโดยการนำแผนการจัดการเรียนรู้นั้นไปใช้จริงในการจัดการเรียนการสอนว่าสามารถดำเนินการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ดีเพียงใดและสามารถให้นักเรียนได้เกิดทักษะกระบวนการและเกิดการเรียนรู้ต่าง ๆ ครบถ้วนตามจุดประสงค์เพียงใด ถ้าครูมีบทบาทมากในการเป็นผู้ให้ความรู้โดยตรงและนักเรียนไม่มีโอกาสแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนการฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะกระบวนการก็จะเป็นเครื่องแสดงความด้อยคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549, หน้า 59) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ชัดเจน (ในการสอนเรื่องนั้น ๆ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดคุณสมบัติอะไรหรือด้านใด)

2. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ชัดเจนและนำไปสู่ผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ได้จริง (ระบุบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอะไรจึงจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล)

3. กำหนดสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ไว้ชัดเจน (จะใช้สื่อ อุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้อะไรช่วยบ้างและจะใช้อย่างไร)

4. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลไว้ชัดเจน (จะใช้วิธีการและเครื่องมือในการวัดและประเมินผลใดเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น)

5. ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ (ในกรณีที่มีปัญหาเมื่อมีการนำไปใช้หรือไม่สามารถกำหนดการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้นได้ก็สามารถปรับเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นได้โดยไม่กระทบต่อการเรียนการสอนและผลการเรียนรู้)

6. มีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ ความเคลื่อนไหวต่าง ๆ และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงที่ผู้เรียนดำเนินชีวิตอยู่

7. แปลความได้ตรงกัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นจะต้องสื่อความหมายได้ตรงกันเขียนให้อ่านได้เข้าใจง่ายกรณีมีการสอนแทนหรือเผยแพร่ ผู้นำไปใช้สามารถเข้าใจและใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้

8. มีการบูรณาการ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะสะท้อนให้เห็นการบูรณาการแบบองค์รวมของเนื้อหาสาระความรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้เข้าด้วยกัน

9. มีการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ และนำไปใช้ในชีวิตจริงกับการเรียนในเรื่องต่อไป

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. นักเรียนต้องบรรลุจุดประสงค์ทั้งทางด้านความรู้และทักษะ

2. นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ได้โดยมีครูผู้สอนคอยสนับสนุน

3. สื่อที่ใช้ควรมีความทันสมัย หาง่าย และสอดคล้องกับเนื้อหาที่นักเรียนได้รับ

4. มีเทคนิคการสอนที่หลากหลายบูรณาการ

5. มีการวัดและประเมินผลผู้เรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์หรือไม่

6. แผนการจัดการเรียนรู้ควรชัดเจน เข้าใจง่าย สำหรับผู้ที่เข้ามาอ่านหรือสอนแทน

ส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง (2545, หน้า 54) กล่าวว่า แผนการเรียนรู้ควรมีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้

1. หัวเรื่อง (Heading)

2. สาระสำคัญ (Concept)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Objective)

4. เนื้อหาสาระ (Content)

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (Activities)

6. สื่อการเรียนรู้ (Material & Media)

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (Assessment)

สำลี รักสุทธี (2546, หน้า 21) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 9 หัวข้อโดยการบูรณาการของหน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ 7 หัวข้อเพิ่มเติมของคณะกรรมการข้าราชการครู 9 หัวข้อ ดังนี้

1. สาระสำคัญ (Concept) เป็นความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องหนึ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้ว

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้นี้แล้ว

3. เนื้อหา (Content) เป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมและต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

4. กิจกรรมการเรียนการสอน (Instructional Activities) เป็นการเสนอขั้นตอนหรือกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งจะนำไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนดไว้

5. สื่อและอุปกรณ์ (Instructional Media) เป็นสื่อและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ใน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

6. การวัดผลประเมินผล (Measurement and Evaluation) เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการวัดผลประเมินผลว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ตามกำหนดในกิจกรรมการเรียนการสอน แยกประเมินผลเป็นประเมินผลก่อนสอน ขณะสอน และหลังการสอน

7. กิจกรรมเสนอแนะ เป็นกิจกรรมการบันทึกการสอนก่อนนำไปใช้สอน

8. ข้อเสนอแนะของผู้บังคับบัญชา เป็นการบันทึกการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเสนอแนะหลังจากได้ตรวจสอบความถูกต้อง การกำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่าง ๆ ในแผนการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ เช่น กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อและการวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องส่งเสริมการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนการสอน

9. บันทึกการสอน เป็นการบันทึกของผู้สอนที่บันทึกหลังจากนำแผนการใช้สื่อและการวัดผลประเมินผลไปใช้แล้วเพื่อนำแผนไปปรับปรุงและใช้สอนในคราวต่อไป

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 213-216) กล่าวว่า แผนการเรียนรู้ควรมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2. สาระการเรียนรู้
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้
4. การวัดผล/ประเมินผลการเรียนรู้
5. แหล่งเรียนรู้
6. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549, หน้า 63) กล่าวว่า แผนการเรียนรู้ควรมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1. ส่วนนำหรือหัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็นภาพรวมของแผนฯ ว่าเป็นแผนฯ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ใด ใช้กับผู้เรียนระดับชั้นใด เรื่ออะไร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมนานเท่าใด

2. ตัวแผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

2.1 สาระ

2.2 มาตรฐานการเรียนรู้

2.3 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

2.4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.5 สาระสำคัญ

2.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง

2.7 สาระการเรียนรู้/เนื้อหา

2.8 กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้

2.9 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้

2.10 การวัดและประเมินผลประกอบด้วย วิธีการประเมิน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน

2.11 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้

2.12 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3. ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยบันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้สอนบันทึกข้อสังเกตที่พบจากการนำแผนไปใช้ เช่น ปัญหาและแนวทางแก้ไขกิจกรรม เสนอแนะและข้อมูลอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงแผนฯ ในการนำไปใช้ต่อไป อีกส่วนหนึ่งของท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เอกสารประกอบการสอน ใบงาน แบบทดสอบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้น ๆ เป็นต้น

จากการศึกษา สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ส่วนนำ รายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล และส่วนท้ายซึ่งประกอบด้วยบันทึกผลหลังการสอน

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่จะจัดทำหลักสูตรเพื่อให้เข้าใจเป้าหมายและทิศทางของการจัดการเรียนรู้

2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นและกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาค สาระการเรียนรู้ช่วงชั้น เป็นการกำหนดเนื้อหาที่จะต้องเรียนโดยคำนึงถึงจุดเน้นของหลักสูตร ความต้องการของผู้เรียน ความต้องการของท้องถิ่นและชุมชน จำนวนเวลาที่สอนในแต่ละสัปดาห์ วัยและระดับชั้น ส่วนการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาคนั้นเป็นการระบุถึงความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งจะเกิดหลังจากการเรียนรู้ในแต่ละปี/ภาค

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาค เพื่อกำหนดเป็นสาระการเรียนรู้รายปี/รายภาค กล่าวคือ เป็นเนื้อหาที่จะต้องเรียนให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น รวมทั้งสอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่นและชุมชน

4. นำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาค และสาระการเรียนรู้รายปี/รายภาค มาพิจารณาเพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา

5. นำคำอธิบายรายวิชามากำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าหน่วยการเรียนรู้เปรียบเหมือนบทเรียนบทหนึ่ง ๆ ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาหลายเรื่องที่มีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้การจัดทำหน่วยอาจใช้หลักการบูรณาการหลายกลุ่มสาระการเรียนรู้เข้าด้วยกัน โดยใช้วิชาใดวิชาหนึ่งเป็นแกน เช่น สังคมศึกษาแล้วนำลักษณะเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน

6. นำหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยมาจัดทำแผนจัดการเรียนรู้เป็นรายหน่วย

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยมาจัดทำเป็นแผนจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง

สำลี รักสุทธี (2546, หน้า 18) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร ต้องศึกษาหลักสูตรอย่างกว้างขวางและอย่างลึกในวิชาและรายวิชาที่สอน เช่น ศึกษาโครงสร้างของวิชา จุดประสงค์ของวิชา สื่อการเรียนการสอนที่กำหนดในรายวิชา คำอธิบายรายวิชาและธรรมชาติของวิชา เป็นต้น

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา เวลาและกิจกรรม วิเคราะห์ได้จากคำอธิบายรายวิชาโดยให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์ของวิชาและจุดประสงค์ของหลักสูตร

3. หากลวิธีสอน กลวิธีสอนจะต้องสอดคล้องกับหลักสูตร โดยใช้ทักษะกระบวนการและทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดทั้งประสมประสานระหว่างประสบการณ์และจินตนาการของผู้สอนเอง คงจะไม่มีวิธีสอนใดวิเศษสุดในโลกแต่วิธีการสอนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้มากที่สุดจะต้องยึดหลักให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติ ให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองให้รู้จักการวางแผนและฝึกทักษะเป็นกลุ่มและรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนได้เป็นผู้คิดเป็น ทำเป็นและเห็นช่องทางในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

4. จัดทำสื่อการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนจะต้องสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งอาจจะเป็นสื่อที่ใช้อยู่แล้วหรือสื่อที่คิดขึ้นใหม่ก็ได้แต่ต้องให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาด้วย

5. จัดทำเครื่องมือวัดผลและประเมินผล เครื่องมือวัดผลและประเมินผลให้สอดคล้องกับหลักสูตร โดยเครื่องมือนั้นจะต้องวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย ตลอดทั้งครอบคลุมถึงกระบวนการวางแผนของนักเรียนทั้งจากสถานการณ์จริงและสถานการณ์จำลองด้วย

6. กำหนดโครงสร้างสำหรับ 1 รายวิชา การกำหนดโครงสร้างสำหรับหนึ่งรายวิชาสามารถปฏิบัติได้ 2 ลักษณะ กล่าวคือ โครงสร้างอย่างสังเขปและโครงสร้างอย่างละเอียดเป็น

การวางโครงสร้างโดยสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาเวลา กระบวนการ สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผลให้เห็นภาพรวมตลอดใน 1 รายวิชา ส่วนโครงสร้างอย่างสังเขปเป็นการวางโครงสร้างโดยสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและเวลาเพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งหมดใน 1 รายวิชา

7. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ขยายจากโครงสร้าง เป็นการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในแต่ละคาบ/ชั่วโมงอย่างละเอียดและปฏิบัติได้จริง ทั้งนี้โดยมีส่วนประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้การดำเนินการสอนบรรลุเป้าหมาย ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีมากมายหลากหลายข้อแตกต่างกันไปแต่ส่วนสำคัญที่ขาดไม่ได้จะต้องมีในแผนการจัดการเรียนรู้ คือ

7.1 สาระสำคัญ

7.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

7.3 กิจกรรมการเรียนการสอน

7.4 สื่อการเรียนการสอน

7.5 การวัดผลและประเมินผล

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 217-218) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รายปีหรือรายภาค และหน่วยการเรียนรู้ที่สถานศึกษาจัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเขียนรายละเอียดของแต่ละหัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ เจตคติ และค่านิยม

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ โดยเลือกและขยายสาระที่เรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ชุมชนและท้องถิ่น

4. วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

5. วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล โดยเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

6. วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้ โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้

จากการศึกษานักวิชาการ สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรต่าง ๆ ทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรสถานศึกษาเป็นต้น

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา เวลาและกิจกรรม

3. หาวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา จัดทำสื่อการเรียนการสอน หาวิธีการวัดและประเมินผล

4. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้

สรุปได้ว่า การศึกษาเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรต่าง ๆ ทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ (K) ด้านกระบวนการ (P) และ ด้านคุณธรรมจริยธรรม (A) เนื้อหา เวลาและกิจกรรม กำหนดชิ้นงานและผลงานที่ตรงตามจุดประสงค์

3. จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จัดทำสื่อการเรียนการสอน หาวิธีการวัดและประเมินผล

4. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

4.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

4.2 สาระสำคัญ

4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

4.4 สาระการเรียนรู้

4.5 ผลงาน/ชิ้นงานที่ต้องการตามวัตถุประสงค์

4.6 กิจกรรมการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา (เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม) 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ (เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม) 6) ขั้นประเมินผล 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

4.7 การวัดและประเมินผล

4.8 สื่อและแหล่งเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ร่วมกับสื่อการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 9-11) ได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 = Efficiency of process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรม

สุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ครูผู้สอนกำหนดไว้

ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ครูผู้สอนคาดหมายว่านักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั้น คือ E_1/ E_2 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/ E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย (Cognitive domain) จิตพิสัย (Affective domain) และทักษพิสัย (Skill domain)

ในขอบข่ายพุทธพิสัยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90/ 90 85/ 85 80/ 80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัยจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนาไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกวา 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักจะได้ผลเท่านั้น

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

ก. โดยใช้สูตร

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนระหว่างใช้สื่อ AR

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรืองานทั้งหมดรวมกัน

4.2 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_2)

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลผลิต

$\sum f$ แทน ผลรวมคะแนนหลังใช้สื่อ AR

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ข. โดยวิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

สำหรับ E_1 คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะตั้งตามความพอใจของครูผู้สอนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้าง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ 80/ 80 ในความหมาย ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิผลของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิผลของผลลัพธ์เพราะสามารถประเมินได้ทั้งกระบวนการและผลลัพธ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

สุทธิกานต์ บ่อจักรพันธ์ (2559) ได้ทำการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร จำนวน 40 คน พบว่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง แบบจำลอง อะตอม มีค่า 87.55/80.19 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

ราตรี ภูชิน (2559) ได้การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคเสมือนจริงเสริมสามมิติในรายวิชา วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กรณีศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครปฐม พบว่า ประสิทธิภาพของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคเสมือนจริงเสริม สามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มี ค่าเท่ากับ 83.77/82.43 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มานพ สว่างจิต (2557) วิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนวิชาวิทยาศาสตร์โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มจำนวน 30 คน พบว่า สื่อความจริงเสมือนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 88.33/87.17 และ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความจริงเสมือนหลังเรียนสูงกว่า คะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือนอยู่ ในระดับมากที่สุด

ปัญจรัตน์ ทับเปีย (2555) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริงเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่องโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.33/81.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดสื่อประสม แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง พบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ การประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง พบว่า ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อ เนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ และการใช้งานชุดสื่อประสมมีความคิดเห็นโดยรวมในระดับมากที่สุด

พัทธมน วิริยะธรรม (2559) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการที่สูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.93 ซึ่งอยู่ในระดับสูง สามารถสรุปได้ว่า

งานวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นในระดับดี

จริยา สุภากิจ (2562) การทำการวิจัยการพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงในการนำเสนอ ภาพประกอบแบบสามมิติ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการสอนเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลริตี้โลกเสมือนจริงในการนำเสนอภาพประกอบแบบสามมิติ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ค่าประสิทธิภาพ 30.56/81.39 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน ด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลริตี้ โลกเสมือนจริง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนด้วย เทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลริตี้โลกเสมือนจริง ในระดับมากที่สุด

พรพัฒน์ ภูษิตธนานันท์ (2561) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์กับการเรียนปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์สูงกว่าเมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

โกเนน (Gonen, 2006) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิต ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิ สิกส์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์มีเจตคติต่อวชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น

Rees (2008 อ้างอิงใน พรทิพย์ ปริยาทิต, 2557) ทำการวิจัยโดยใช้เกมความจริงเสมือนชื่อ “The Heat Game” เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างสถานการณ์จำลองให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ เพื่อออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน ในการศึกษาขั้นต้น แสดงให้เห็นว่า หลังนักเรียนได้เล่นเกม นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจและเจตคติ เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, การสร้างความรู้, การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยี และกระบวนการเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดเพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Enyedy (2012 อ้าอิงใน พรทิพย์ ปริยวาทิต, 2557) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยการเล่น ผ่านสภาพแวดล้อมความจริงเสมือน กับนักเรียนอายุ 6 – 8 ปี ผลการศึกษาจากการทดสอบก่อนเรียน –หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดของแรง, แรงลัพธ์, แรงเสียดทาน และการเคลื่อนที่สองมิติ หลังจากทาการเรียนด้วยหลักสูตรการเรียนรู้ฟิสิกส์ผ่านการเล่นผู้วิจัยยังได้เสนอกรณีศึกษา 2 กรณีที่แสดงให้เห็นถึงการใช้หลักการนี้ในทางปฏิบัติ โดยจากกรณีศึกษา แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ระหว่างการใช้ความจริงเสมือนกับการเล่นอย่างมีความหมาย และรู้แบบของนิเวศเชิงสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียนอีกด้วย

Yoon (2012 อ้างอิงใน พรทิพย์ ปริยวาทิต, 2557) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ความจริงเสมือนและกระบวนการเสริมต่อความรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้ 4 รูปแบบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความจริงเสมือนและกระบวนการเสริมต่อความรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนแสดงให้เห็นถึงกระบวนการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เมื่อใช้กระบวนการเสริมต่อความรู้ การศึกษาต่อเนื่องชี้ให้เห็นว่าสื่อความจริงเสมือนมีผลต่อการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนด้วย

Nuri Balta (2016, อ้างอิงใน พรพัฒน์ ภูษิตธนานันท์, 2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนรู้แบบ 7E ต่อการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาระบบในร่างกาย ใช้นักเรียนทั้งหมด 2,918 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 1,488 คน และกลุ่มทดลอง 1,430 คน โดยกลุ่มควบคุมให้นักเรียนเรียนแบบปกติและกลุ่มทดลองเรียนแบบการเรียนรู้ 7E พบว่า การเรียนรู้แบบ 7E ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Naese et al. (2019 อ้างอิงใน จริยา สุภากิจ, 2562) ทำการวิจัยเรื่องการใช้ ความจริงเสมือนในการออกแบบการสอนวิชาเคมีวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยได้ใช้แอปพลิเคชัน HP Reveal บนสมาร์ทโฟน เพื่อสร้างภาพซ้อนทับคำศัพท์ต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องมือวิเคราะห์ที่ใช้ในการเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องวิเคราะห์ได้ดียิ่งขึ้น มีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของเครื่องมือ ส่วนประกอบแต่ละชิ้นของเครื่องมืออย่างละเอียดยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศและต่างประเทศพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนักเรียนได้มีบทบาทในการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดี ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และ เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมเพื่อพัฒนาผลสมัฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1- 4/3 โรงเรียนศรีราชา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้อง จำนวน 133 คน โดยนักเรียนแต่ละห้องจัดแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์โรงเรียนศรีราชา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 43 คน จัดนักเรียนแบบคละความสามารถ โดยวิธีการสุ่มห้องเรียนแบบวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Research) ได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ทำการสอนใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

- แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 แผน จำนวน 13 ชั่วโมง มีหลักการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษา หลักสูตร เอกสาร ตำรา ขอบข่าย สาระกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และ กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	- แบบจำลองของอะตอมดอลตัน -แบบจำลองอะตอมทอมสัน -แบบจำลองอะตอมรัทเทอร์ฟอร์ด - แบบจำลองอะตอมของโบร์ - แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้ถูกต้องพร้อมบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมมีการเปลี่ยนแปลง 2. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอม ของดอลตันได้ 3. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้ 4. นักเรียนสืบค้นข้อมูลการทดลองของทอมสันได้ถูกต้อง 5. นักเรียนสืบค้นข้อมูลแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน 6. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้ 7. นักเรียนสามารถอธิบายการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้ 8. นักเรียนสืบค้นข้อมูลการค้นพบของรัทเทอร์ฟอร์ดที่	4

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	- แบบจำลองของอะตอมดอลตัน -แบบจำลองอะตอมทอมสัน -แบบจำลองอะตอมรัทเทอร์ฟอร์ด - แบบจำลองอะตอมของโบร์ - แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	แสดงให้เห็นถึง ข้อขัดแย้งหรือข้อสนับสนุนตามแนวคิดของทอมสัน 9.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของโบร์ได้ถูกต้อง 10. นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอนในแบบจำลองอะตอมของโบร์ 11. นักเรียนทำการทดลองบันทึกผลและอภิปรายผลของการทดลองเรื่องสเปกตรัมที่สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานเป็นการนำไปสู่การสร้างแบบจำลองอะตอมของ นีลโบร์ 12. นักเรียนสามารถคำนวนหาค่าพลังงานของเส้นสเปกตรัมได้ 13.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้ 14.นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของการเกิดแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้	

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	- แบบจำลองของอะตอมดอลตัน -แบบจำลองอะตอมทอมสัน -แบบจำลองอะตอมรัทเทอร์ฟอร์ด - แบบจำลองอะตอมของโบร์ - แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	15. นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลสาเหตุของการเกิดอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้ถูกต้อง	
2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป	- สัญลักษณ์นิวเคลียร์ - อนุภาคมูลฐาน - ไอโซโทป ไอโซโทน ไอโซบาร์	16. นักเรียนสามารถบอกความหมายและอธิบายคุณสมบัติของอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมได้ 17. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องความแตกต่างระหว่างอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมได้และเขียนแสดงประจุไฟฟ้ามวล ของอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมได้ 18. นักเรียนบอกจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน จากสัญลักษณ์และบอกความหมายของไอโซโทป ไอโซโทนและไอโซบาร์ได้ 19.นักเรียนเขียนสัญลักษณ์	3

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป	- สัญลักษณ์นิวเคลียร์ - อนุภาคมูลฐาน - ไอโซโทป ไอโซโทน ไอโซบาร์	นิวเคลียร์ของธาตุและระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน	
3. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ	- การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก - การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	20. นักเรียนบอกความหมายของระดับพลังงานหลัก พลังงานย่อย และออร์บิทอลได้ นักเรียนอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมได้	2
4. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนสิชันในตารางธาตุ	- ระบุหมู่และคาบ ของธาตุเรพพรีเซนเททีพและธาตุแทรนสิชัน	21. นักเรียนจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมได้พร้อมกับระบุหมู่และคาบของธาตุจากการจัดเรียงอิเล็กตรอนได้	4
	รวม		**13**

1.2 ศึกษาการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม แล้วนำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินตามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมาย ค่าเฉลี่ยคะแนนโดยนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 66-67) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม โดยประยุกต์ใช้การหาคุณภาพของข้อคำถาม ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสม ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยตั้งแต่ 4.52 – 4.61 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51-0.53 ซึ่งหมายความว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ค หน้า 186)

1.5 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยแก้ไขในการใช้คำให้ถูกต้องชัดเจน เพิ่มเติมความน่าสนใจของสื่อในกิจกรรม และเพิ่มเติมตารางการใช้สื่อในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.6 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 42 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอน

ด้วยตัวเองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้องความเหมาะสม และบันทึกปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแล้ว จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนศรีราชา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 43 คน ต่อไป

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ ไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 82.94 และมีค่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.09 ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.09/82.94 (ภาคผนวก ค หน้า 200)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทำการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎีวิธีการสร้าง เทคนิคการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ คู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งวิธีการการสร้างแบบทดสอบ

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิชา เคมีเพิ่มเติม 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งเป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า

ตารางที่ 3-3 ตารางวิเคราะห์จำนวนแบบทดสอบ ให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ต้องการจริง
1.แบบจำลองอะตอมดอลตัน	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้ถูกต้องพร้อมบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมมีการเปลี่ยนแปลง	2 (1)	-	-	2	-	-	2	1
	2. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของดอลตันได้	-	2 (1)	-	-	-	-	2	1
2.แบบจำลองอะตอมทอมสัน	3. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้	2 (1)	2 (1)	-	-	-	-	4	2
	4. นักเรียนสืบค้นข้อมูลการทดลองของทอมสันได้ถูกต้อง	-	-	2 (1)	2 (1)	-	-	4	2
	5. นักเรียนสืบค้นข้อมูลแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	-	-	-	-	2 (1)	2 (1)	4	2

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ต้องการจริง
3. แบบจำลองอะตอมรัทเทอร์ฟอร์ด	6. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	2 (1)	-	-	-	-	-	2	1
	7. นักเรียนสามารถอธิบายการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	-	-	2 (1)	2 (1)	-	-	6	2
	8. นักเรียนสืบค้นข้อมูลการค้นพบของรัทเทอร์ฟอร์ดที่แสดงให้เห็นถึง ข้อขัดแย้งหรือข้อสนับสนุนตามแนวคิดของทอมสัน	-	-	-	-	2 (1)	2 (1)	4	2
4. แบบจำลองอะตอมโบร์	9.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของโบร์ได้ถูกต้อง	2 (1)	2 (1)	-	-	-	-	4	2
	10. นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอนในแบบจำลองอะตอมของโบร์	-	-	2 (1)	2 (1)	-	-	4	2

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ต้องการจริง
	11. นักเรียนทำการทดลอง บันทึกผลและอภิปรายผลของการทดลองเรื่องสเปกตรัมที่สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานเป็นการนำไปสู่การสร้างแบบจำลองอะตอมของ นีล โบร์	-	-	-	-	2 (1)	2 (1)	4	2
	12. นักเรียนสามารถคำนวณค่าพลังงานของเส้นสเปกตรัมได้	-	-	-	-	-	2 (1)	2	1
5. แบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอก	13.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้	-	2 (1)	-	-	-	-	2	1
	14.นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของการเกิดแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้	-	2 (1)	-	-	-	-	2	1

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ต้องการจริง
	15. นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลสาเหตุของการเกิดอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้ถูกต้อง	-	2 (1)	-	-	-	-	2	1
6.อนุภาคมูลฐาน สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ไอโซโทป	16. นักเรียนสามารถบอกความหมายและอธิบายคุณสมบัติของอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมได้	-	2 (1)	-	-	-	-	2	1
	17. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องความแตกต่างระหว่างอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมได้และเขียนแสดงประจุไฟฟ้า มวล ของอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมได้	-	-	-	-	2 (1)	-	2	1
	18. นักเรียนบอกจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน จากสัญลักษณ์และบอกความหมายของไอโซโทป ไอโซโทน และไอโซบาร์ได้	-	2 (1)	-	-	-	-	2	1

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ต้องการจริง
	19.นักเรียนเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน	-	-	-	-	2 (1)	-	2	1
7. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	20. นักเรียนบอกความหมายของระดับพลังงานหลัก พลังงานย่อย และออร์บิทอลได้ นักเรียนอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมได้	-	-	-	2 (1)	-	-	2	1
	21. นักเรียนจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมได้ พร้อมกับระบุหมู่และคาบของธาตุจากการจัดเรียงอิเล็กตรอนได้	-	-	-	2 (1)	-	2 (1)	4	2
รวม		**8**	**16**	**6**	**10**	**12**	**10**	**60**	**30**

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริง จำนวน 30 ข้อให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ .

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 82-83)

1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง ซึ่งพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุอยู่ที่ 1.0 (ภาคผนวก ค หน้า 191)

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 ที่ผ่านการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน

2.8 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่ายรายข้อ (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อแบบอิงเกณฑ์ของเบรนแนน (B) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84-89) จำนวน 30 ข้อ ซึ่งพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุที่เลือกไว้มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.53-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.22-0.44 (ภาคผนวก ค หน้า 193)

2.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของ

แบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเตอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) เกณฑ์หาความเชื่อมั่นของข้อสอบกำหนดไว้ที่ 0.70 ขึ้นไป (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539) ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 (ภาคผนวก ค หน้า 193)

2.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

3.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ ที่มีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแบบของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 73) ซึ่งประกอบด้วยข้อความเชิงบวก (Positive) และข้อความเชิงลบ (Negative) จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งออกเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 3-4 แบบวัดเจตคติจำแนกตามด้านการประเมิน

ด้านการประเมินของแบบวัดเจตคติ	จำนวนข้อ (ข้อ)
1. ด้านความคิดเห็นทั่วไป	5
2. ด้านการเห็นความสำคัญ	5
3. ด้านความสนใจ	5
4. ด้านการนิยมชมชอบ	5
รวม	**20**

ข้อความที่สร้างขึ้นจะถามเกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนจากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนจะบอกให้ทราบถึงความรู้สึก ความคิดเห็น ทั้ง 4 ด้าน ว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ข้อความชิงบวก (Positive) ให้

1 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

4 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วย

5 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อความเชิงลบ (Negative) ให้

1 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

4 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

5 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.3 นำแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นเองไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ในแต่ละประเด็น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) ของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าแบบวัดเจตคติมีค่า 0.80 -1.00 (ภาคผนวก ค หน้า 201)

3.4 เกณฑ์ในการแปลความหมายของน้ำหนักดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย		การแปลความหมาย
4.51-5.00	หมายถึง	มีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้มากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	มีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้มาก
2.51-3.50	หมายถึง	มีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	มีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้น้อย
1.00-1.50	หมายถึง	มีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้น้อยที่สุด

3.5 นำแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพจากการหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B)

(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84-89) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99) ซึ่งแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ 0.23-0.56 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 (ภาคผนวก ค หน้า 202)

3.6 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียน โดยบันทึกผลไว้เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการทดสอบหลังเรียน

3. ดำเนินการจัดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 4 โรงเรียนศรีราชา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 43 คน

4. ทดสอบหลังเรียนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับก่อนเรียน และแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม จำนวน 1 ฉบับ

5. นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์และสรุปผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1.วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Paired t-test) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Paired t-test)

3. แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ ใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 105)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนตัวอย่าง

2. การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 106)

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

เมื่อ S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนทุกจำนวนในกลุ่ม

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของจำนวนทุกจำนวนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, 82-83)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. การหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณได้จากสูตรดังนี้

2.1 การหาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84-89)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของเบรนแนน (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84-89)

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

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N_1 แทน จำนวนผู้สอบผ่านเกณฑ์

N_2 แทน จำนวนผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์

3. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคำนวณจากสูตรของคูเตอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{X(n-\bar{x})}{n\sigma^2}\right]$$

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

X แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งฉบับ

σ^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

4. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7 Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) ทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนของข้อสอบ

$\sum s_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อ

$\sum s_t^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติและการทดสอบค่าที (t-test)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ *t*
p	แทน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แสดงผลดัง ตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ

พฤติกรรมการเรียนรู้	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			df	t	p (one-tailed)
			$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ			
ความรู้ความจำ	43	5	1.05	0.44	25.11	4.30	0.40	86.00	42	13.66*	.000
ความเข้าใจ	43	6	1.51	0.42	25.19	5.12	0.29	85.27	42	17.54*	.000
การนำไปใช้	43	4	1.07	0.44	26.74	3.42	0.28	85.46	42	13.13*	.000
การวิเคราะห์	43	5	1.49	0.46	29.76	4.47	0.26	89.30	42	15.94*	.000
การสังเคราะห์	43	5	1.44	0.45	28.83	4.05	0.33	81.00	42	12.84*	.000
การประเมินค่า	43	5	1.21	0.42	24.19	3.79	0.30	75.81	42	14.11*	.000
รวม	**43**	**30**	**7.77**	**0.49**	**26.64**	**25.15**	**0.34**	**82.23**	**42**	**34.46***	**.000**

*p < .05

จากตารางที่ 4-1 คะแนนสอบของนักเรียนหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ

สูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนสอบของนักเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.15 ($\overline{X}$ =25.15, SD = 0.34) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.77 ($\overline{X}$ =7.77, SD = 0.49) จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 1

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละด้าน (ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า) พบว่านักเรียนมีคะแนนสอบในทุกพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สูงสุด คือ ด้านความเข้าใจมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 5.12 ส่วนพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนต่ำที่สุด คือด้านการนำไปใช้มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 3.42

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังตาราง 4-2

ตารางที่ 4-2 คะแนนสอบหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ

พฤติกรรมการเรียนรู้	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\overline{X}$	ร้อยละ	SD	t	p (one-tailed)
ความรู้ ความจำ	43	5	3.50	4.30	86.00	0.40	2.54	.015
ความเข้าใจ	43	6	4.20	5.12	85.27	0.29	7.88	.000
การนำไปใช้	43	4	2.80	3.42	85.46	0.28	6.12	.000
การวิเคราะห์	43	5	3.50	4.47	89.30	0.26	10.70	.000
การสังเคราะห์	43	5	3.50	4.05	81.00	0.33	4.11	.000
การประเมินค่า	43	5	3.50	3.79	75.81	0.30	2.21	.003
รวม	**43**	**30**	**21.00**	**25.15**	**82.26**	**0.34**	**78.88**	**.000**

*p < .05

จากตารางที่ 4-2 คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.15 และมีค่าร้อยละเท่ากับ 82.26 เมื่อเทียบกับ

เกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 2

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมทางการเรียนรู้ทั้ง 6 พฤติกรรม พบว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน มีคะแนนสอบสูงกว่าร้อยละ 70 ด้วยเช่นกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยนของพฤติกรรมการเรียนรู้แต่ละด้านดังนี้ 1) ความรู้ความจำ ร้อยละ 86.00 2) ความเข้าใจ ร้อยละ85.27 3) การนำไปใช้ ร้อยละ 85.46 4) การวิเคราะห์ ร้อยละ 89.30 5) การสังเคราะห์ ร้อยละ 81.00 และ 6) การประเมินค่า ร้อยละ 75.81

3. ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
1.	เนื้อหาวิชาเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ มีความสนุกและน่าสนใจเมื่อจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR	4.47	0.59	เห็นด้วย
2.	เนื้อหาวิชาเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ น่าสนใจ เมื่อจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR	3.67	0.87	เห็นด้วย
3.	เนื้อหาวิชาเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ มีความจำเป็นต้องใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR	3.74	0.82	เห็นด้วย
4.	จัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น	4.23	0.57	เห็นด้วย
5.	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง และยังเกิดทักษะต่าง ๆ	4.60	0.54	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
ด้านการเห็นความสำคัญ				
6.	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ ARพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้	4.44	0.50	เห็นด้วย
7.	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต วิเคราะห์และสรุปความ	4.51	0.63	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8.	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ช่วยพัฒนาด้านการคิดให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องอะตอมที่มีความซับซ้อนได้	3.72	0.73	เห็นด้วย
9.	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ได้แก่ ทักษะด้านการใช้สื่อ	3.65	0.92	เห็นด้วย
10.	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR สามารถสร้างความรู้ที่นำไปต่อยอดได้	4.23	0.57	เห็นด้วย
ด้านความสนใจ				
11.	นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้โดยใช้ การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR	4.26	0.73	เห็นด้วย
12.	นักเรียนอยากให้ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ 7E ร่วมกับAR ในเนื้อหาเรื่อง อื่น ๆ ด้วย	4.26	0.76	เห็นด้วย
13.	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR เหมาะสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมี	3.49	1.01	ปานกลาง
14.	นักเรียนมีความตั้งใจทำกิจกรรมต่าง ๆ	4.16	0.61	เห็นด้วย
15.	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR น่าสนใจทำให้นักเรียนอยากเพิ่มเวลาในการจัดการเรียนรู้	3.84	0.74	เห็นด้วย

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
ด้านการนิยมชมชอบ				
16.	นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR จำเป็นที่ต่อการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ	4.02	0.60	เห็นด้วย
17.	นักเรียนชอบเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR เพราะสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตได้	4.19	0.59	เห็นด้วย
18.	นักเรียนรอคอยที่จะเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR	4.14	0.56	เห็นด้วย
19.	นักเรียนชักจูงเพื่อน ๆ ให้เรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR	4.28	0.55	เห็นด้วย
20.	นักเรียนจะรู้สึกกังวลเมื่อต้องเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR	3.58	1.16	เห็นด้วย
	รวม	**4.07**	**0.70**	**มาก**

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จากการทดสอบหลังเรียนในภาพรวมพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.07, SD = 0.70) ซึ่งทั้ง 4 ด้านมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ในระดับเห็นด้วย โดยในด้านความคิดเห็นทั่วไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ด้านการเห็นความสำคัญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ด้านความสนใจ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.00 และด้านการนิยมชมชอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยใช้รูปแบบการทดสอบแบบ One group pretest-posttest design กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 43 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนศรีราชา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.53-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.44 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 และ 3) แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.5 6 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ หลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ หลังเรียนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ นักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.07, SD = 0.70)

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การที่นักเรียนมีคะแนนสอบจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เป็นการเรียนรู้โดยอยู่บนพื้นฐานที่ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมที่นักเรียนให้ความสนใจในการเรียนรู้จนเกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียน ส่งผลให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ และเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาในบทเรียน ด้วยเหตุผลดังกล่าวคะแนนสอบจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

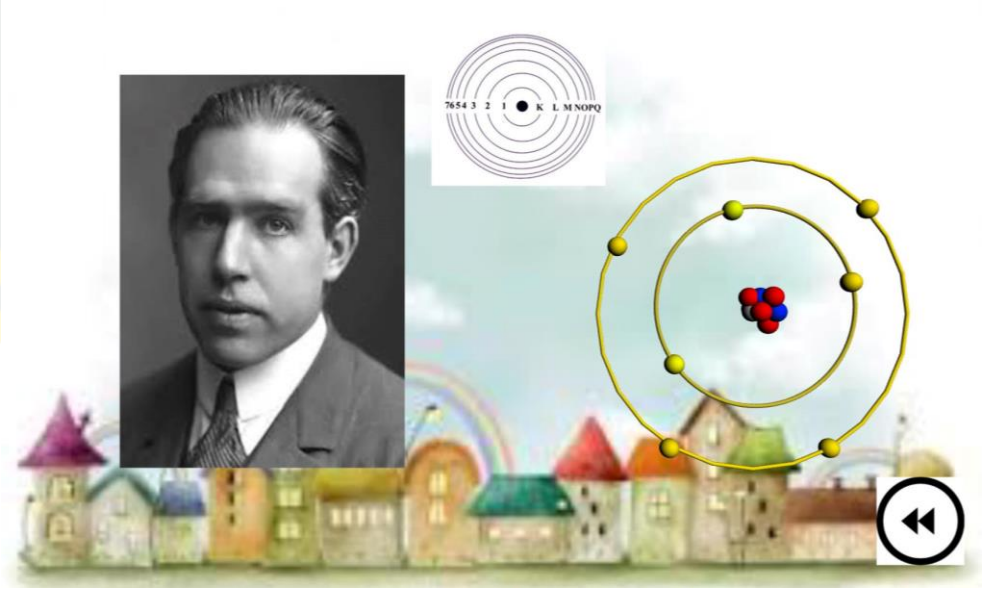
การใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตามแนวคิดของ Eisenkraft (2003) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างกิจกรรม ได้แก่ ครูยกตัวอย่างข้อค้นพบทางวิชาชีววิทยา คือ เซลล์เป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต และตั้งคำถามต่อนักเรียนในทางเคมี หน่วยที่เล็กที่สุดคืออะไร และมีแนวคำตอบคือ อะตอม ซึ่งเป็นการช่วยตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียนและครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

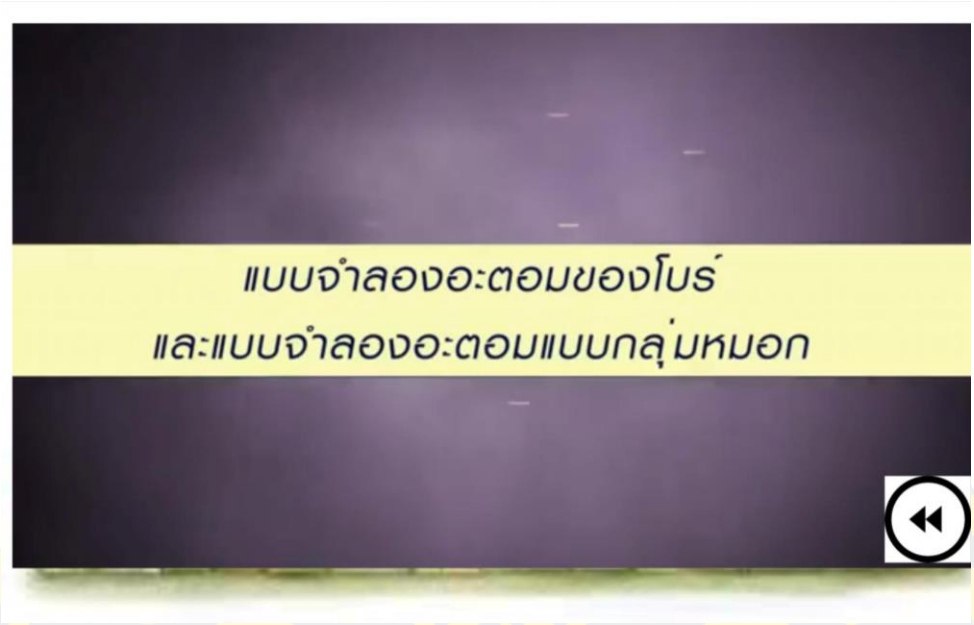
2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจจะเกิดจากความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ตัวอย่างกิจกรรม ได้แก่ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องลักษณะของแสงขาวจากดวงอาทิตย์และหลอดฟลูออเรสเซนส์ ซึ่งครูให้นักเรียนหาคำตอบโดยแจกแผ่นเกรตติงให้นักเรียนกลุ่มละ 2 แผ่น เพื่อให้นักเรียนส่องดูแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะแสงขาวจากทั้ง 2 แหล่งที่มา โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียนในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การสืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ และเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียนผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม ด้วยตนเอง ซึ่งภายในสื่อจะประกอบไปด้วยรูปสามมิติ รูปภาพเคลื่อนไหวพร้อมเสียงของโครงสร้างอะตอมต่าง ๆ รูปภาพของการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุต่าง ๆ และใบความรู้พร้อมทั้งแบบฝึกหัดเรื่องโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงอิเล็กตรอน ทำให้นักเรียนได้ฝึกการค้นหาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม ที่มีความแปลกใหม่ ทันสมัย สามารถใช้งานบนสมาร์ทโฟนได้ จึงเป็นการสร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เนื่องจากเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้โครงสร้างอะตอมโดยไม่ต้องผ่านการจินตนาการ ซึ่งเข้าใจง่ายรวดเร็วขึ้น

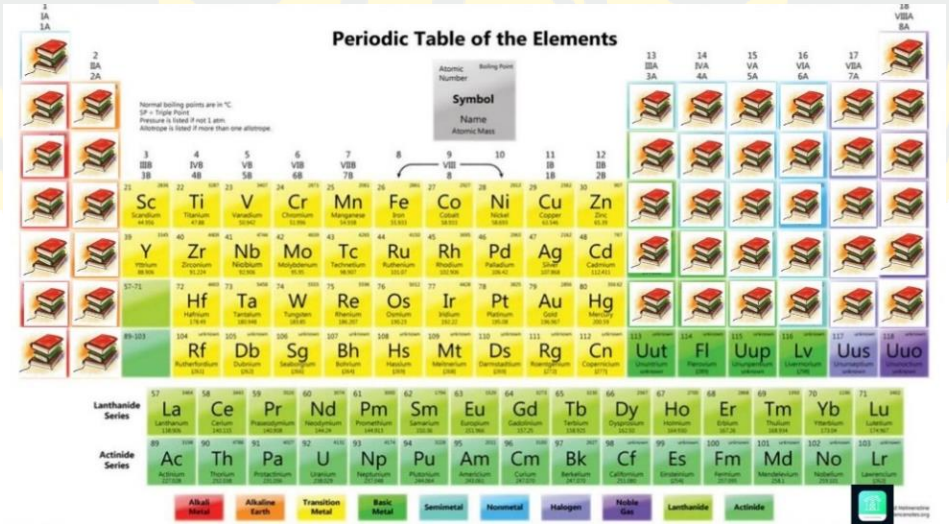
ภาพที่ 5-1 ตัวอย่างภาพสามมิติของแบบจำลองอะตอม



ภาพที่ 5-2 ตัวอย่างภาพสามมิติของแบบจำลองอะตอม



ภาพที่ 5-3 ตัวอย่างภาพเคลื่อนไหวพร้อมเสียงประกอบ



ภาพที่ 5-4 ตัวอย่างภาพตารางธาตุที่นักเรียนสามารถกดเข้าไปดูสัญลักษณ์นิวเคลียร์

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนก็นำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายข้อสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของ

ข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลองโดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำไปเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ หากมีความคลาดเคลื่อนครูจะช่วยให้นักเรียนได้ปรับข้อมูลให้ถูกต้อง

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างกิจกรรม ได้แก่ ครูอธิบายเกี่ยวกับการคำนวณหาค่าพลังงาน ความถี่ หรือความยาวคลื่น จากความสัมพันธ์ทั้ง 3 ตัวแปร และให้นักเรียนเข้าไปศึกษาความรู้เพิ่มเติมพร้อมทำโจทย์จากเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุทั้งหมดจำนวน 3 ข้อ ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนจำนวน 3 คนออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อเฉลยการหาค่าพลังงาน ความถี่และความยาวคลื่น เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้ใช้กระบวนการคิดและเกิดความเข้าใจในบทเรียนยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างองค์ความรู้ใหม่ ตัวอย่างกิจกรรม คือ ครูสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมโดยลักษณะข้อคำถามจะเป็นการใช้พื้นฐานความรู้เดิมและนำความรู้ใหม่มาเป็นส่วนอธิบายประกอบ ตัวอย่างคำถามคือ นักเรียนเคยทราบว่าอะตอมมีขนาดเล็กและรูปร่างเป็นทรงกลมตัน แต่ในปัจจุบันรูปร่างของอะตอมไม่ได้เป็นดังกล่าวเพราะสาเหตุใด แนวคำตอบ คือ เพราะมีการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ค้นพบอนุภาคที่อยู่ในอะตอม คือ โปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนจะได้ตอบคำถามโดยประยุกต์ความรู้ที่สัมพันธ์กับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างเช่น ครูให้นักเรียนประยุกต์การจัดเรียงอิเล็กตรอนของแก๊สที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันซึ่งมีหลากหลายธาตุ เพราะบ้านเรือนของนักเรียนอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม และทำให้นักเรียนได้รับความรู้ทั้งเรื่องของแก๊สและมลพิษในชุมชนของตนเองพร้อมกับเรียนรู้เรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอนไปพร้อมกัน หรือ ครูยกตัวอย่างธาตุไฮโดรเจนซึ่งเป็น

ธาตุที่นักเรียนพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งบอกเลขมวล เลขอะตอมของธาตุไฮโดรเจนบนกระดาน ครูให้นักเรียนร่วมกันคิดว่าเลขมวลและเลขอะตอมของไฮโดรเจนบอกจำนวนของอนุภาคใดได้บ้าง ครูสุ่มถามพร้อมเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง และมอบหมายงานให้นักเรียนหาธาตุที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ระบุจำนวนอนุภาคต่าง ๆ และอธิบายประโยชน์และโทษของธาตุนั้น ๆ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ เพราะนักเรียนได้เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนโดยเริ่มต้นจากการทบทวนความรู้เดิมจนกระทั้งสามารถสร้างองค์ความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ประกอบกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม นักเรียนสามารถมองเห็นภาพได้จริงจากโครงสร้างอะตอมที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้อยู่ในรูปธรรมได้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ตได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และมีความแปลกใหม่ที่กระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนรู้ เกิดความเข้าใจบทเรียน สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ได้สูงขึ้น และสูงกว่าร้อยละ 70 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐฐาน์ นิธิภัทร์มณีโชค (2559) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบหมุนเวียนโลหิตด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .5 และมีความพึงพอใจต่อบทเรียนของผู้เรียนอยู่ในระดับดีมาก

2. ผลการศึกษาเจตคติที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.07, SD = 0.70) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ มีขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิมครูจะสร้างคำถาม เป็นกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจความรู้เดิมของตนเองที่มีอยู่เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งนักเรียนตอบคำถามและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดกิจกรรม

ขั้นที่ 2 เร้าความสนใจ ในขั้นนี้ครูก็จะมีเกม กิจกรรม หรือแม้แต่คำถามเพื่อจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ซึ่งจะสร้างความสนใจแก่นักเรียนเป็นอย่างมากส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา ขั้นนี้นักเรียนจะได้เป็นผู้ลงมือเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม โดยภายนักเรียนจะได้เรียนรู้ภาพสามมิติของแบบจำลองอะตอม ภาพเคลื่อนไหวของวิวัฒนาการแบบจำลองอะตอมต่าง ๆ ภาพสัญลักษณ์นิวเคลียร์ และการจัดเรียงอิเล็กตรอนระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยของ

ธาตุเรพพรีเซนเททีพ พร้อมทั้งแบบฝึกหัดต่าง ๆ หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้จากเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม นักเรียนมีความรู้สึกตื่นเต้น มีความกระตือรือร้นมากยิ่งขึ้น สนใจในกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นเป็นอย่างมาก นักเรียนกล่าวว่า “เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สนุกสนาน ไม่ต้องจินตนาการเพราะมีภาพสามมิติให้เรียนรู้ เรื่องสัญลักษณ์นิวเคลียร์และการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ ก็สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้จากสื่อ มีความสะดวก รวดเร็ว เข้าถึงได้ง่าย และสามารถเรียนรู้ที่บ้านได้ กรณีที่ไม่ได้มาโรงเรียน และในช่วงโควิด-19 ที่ต้องเรียนด้วยระบบออนไลน์มีสื่อดังกล่าวที่ทำให้เข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นนี้นักเรียนจะได้นำเสนอข้อสรุปองค์ความรู้ที่ตนเองได้จากการศึกษาเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและมีครูเป็นผู้ช่วยอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้รับองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ ขั้นนี้นักเรียนจะใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมในการศึกษาความรู้เพิ่มเติมและสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง หลังจากการศึกษาแล้วในบางแผนการจัดการเรียนรู้นักเรียนจะได้เล่นเกมเพื่อเป็นการนำความรู้ที่นักเรียนได้รับมาประยุกต์ใช้ ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้สึกด้านบวกต่อเนื้อหาวิชา และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล ขั้นนี้ครูจะตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากน้อยเพียงใด โดยตรวจสอบจากใบงานที่นักเรียนทำ หรือดูจากแบบทดสอบออนไลน์ของนักเรียน ซึ่งส่วนใหญ่นักเรียนจะตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80

ขั้นที่ 7 ขั้นการนำไปใช้ นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะได้เกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและเกิดความรู้ในระยะยาว นอกจากการจัดกิจกรรมทั้ง 7 ขั้นตอนแล้ว ในระหว่างการจัดกิจกรรมครูมีการกล่าวชมเชย และให้กำลังใจนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน สอดคล้องกับคำกล่าวของปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548) การใช้เสริมแรงแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนได้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ครูได้ให้ความสนใจและให้กำลังใจ คำชมเชยจะสามารถทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนได้เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุประวีณ์ อุทปา (2558) ได้ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น พบว่า นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67, SD = 0.47) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัญจรัตน์ ทับเปีย (2555) ทำการพัฒนาชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่องโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความสนใจต่อชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่องโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ ในระดับมากที่สุด และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอเลน (Allen,1998) ที่พบว่านักเรียนมีเจตคติในเชิงบวกต่อการเรียนด้วยชุดสื่อประสม

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม ทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนพึงมีคือ ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ และ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถติที่ระดับ .05 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) หลังเรียนอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.07, SD = 0.70)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

ในการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมจะมีขั้นตอนการสอน 7 ขั้นตอนที่นำเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมไปแทรกในขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นขยายความรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองพร้อมนำไปประยุกต์ใช้ได้ดี

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรจะมีการเตรียมความพร้อมในด้านความรู้ความเข้าใจรูปแบบการสอน เนื้อหาบทเรียนที่จะใช้ในการเรียนการสอน ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเตรียมวัสดุอุปกรณ์และให้คำแนะนำตลอดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามกำหนด

1.3 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมจะต้องใช้เว็บไซต์ในการจัดทำ ซึ่งทางเว็บไซต์มีข้อจำกัดในความปลอดภัยของสื่อ คือจะปิดความเป็นสาธารณะในการสแกนของ marker ในแต่ละวัน เพราะฉะนั้นเมื่อจะใช้สื่อในวันถัดไปจำเป็นต้องเข้าไปเปิดสาธารณะในทุกวัน

1.4 การใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม นักเรียนมีความจำเป็นต้องใช้สมาร์ทโฟนในการเรียนรู้ ดังนั้นครูจำเป็นต้องตรวจสอบความพร้อมในการใช้สมาร์ทโฟนของนักเรียน

1.5 นักเรียนใช้สมาร์ทโฟนในการเรียนรู้ ในบางครั้งมีนักเรียนใช้ สมาร์ทโฟนนอกเหนือจากการเรียนรู้ ดังนั้น ครูควรมีข้อตกลงในการใช้ smart phone แก่นักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บบรรลุตามจุดประสงค์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 จากการวิจัย พบว่า เนื้อหาเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุต้องเรียนรู้ผ่านนามธรรม ดังนั้นการประยุกต์ความรู้เกิดได้ยาก นักเรียนยังนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในขั้นที่ 7 ไม่ตรงประเด็น แต่หากว่าครูได้แนะแนวทางโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมในขั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนจะเกิดการประยุกต์และนำความรู้ไปใช้ได้ดียิ่งขึ้น นำไปสู่การวิจัยครั้งต่อไปในประเด็นที่ว่าควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม โดยนำเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมไปใช้ในขั้นการนำความรู้ไปใช้ด้วย

2.2 จากการวิจัยพบว่า คะแนนของนักเรียนหลังทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แบ่งตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม มีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนในทุก ๆ ด้านโดยเฉพาะพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการวิเคราะห์ที่มีค่าร้อยละ 89.30 และ ด้านความรู้ ความจำ ที่มีค่าร้อยละ 86.00 นำไปสู่การวิจัยครั้งต่อไปในประเด็นที่ว่า ปัจจัยใดที่เป็นสาเหตุส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านการวิเคราะห์ และ การสังเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality)

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2527). *จิตวิทยาสังคม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

กรมวิชาการ. (2543). *แนวทางการบริหารโรงเรียนปฏิรูปการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ. (2540). *ชุดฝึกการเขียนแผนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

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

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กฤษณา ชุติมา. (2544). *หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กองวิจัยทางการศึกษา. (2545). *การวจิยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

กัลยา นาคเพ็ชร์ และ วรรณเพ็ญ อินทร์แก้ว. (2544). การศึกษาความฉลาดทางอารมณ์ของนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตร์บัณฑิต. *วารสารคณะพยาบาลศาสตร์, 10* (1), 15-24.

กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คมกฤช ทิพย์เกษร และ สยาม เจริญเสียง. (2550). *ความจริงเสมือนสาหรับการปรากฏทางไกล*. เข้าถึงได้จาก http://www2.fibo.kmutt.ac.th/fiboweb/2013/images/upload/research/perception_computerinterface/2007_Komkrit_Augmented%20Reality%20for%20Telepresence%20System.pdf.

จริยา สุภากิจ. (2562). *การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้ โลกเสมือนจริงในการนำเสนอภาพประกอบ 3 มิติ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเคมีศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

จันทร์พร พรหมมาศ. (2541) *ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. กรุงทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2560). *การผลิตและใช้สื่ออย่างเป็นระบบ เพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 5*(1), 1-20.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *การจัดการเรียนรู้แนวใหม่*. นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้ง แอนด์พับลิสซิ่ง.

ชุติสันต์ เกิดวิบูลย์เวช. (ม.ป.ป.). *โลกเสมือนผสานโลกจริง*. นิตยสารผู้จัดการ 360 องศา ตุลาคม 2544. เข้าถึงได้จาก https://info.got.manager.com/news/printnen.aspx?d.

ณัฏฐา ผิวมา และ ปริศนา มัชฌิมา. (2560). การเรียนรู้เชิงรุกในห้องเรียนขนาดใหญ่ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน. *วารสารการอาชีวะและเทคนิคศึกษา, 7*(13),1-14.

ณัฏฐ์ ดิษเจริญ. (2557). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมีด้วยเทคโนโลยี ออกเมนเต็ดเรียลลิตี้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มศว*, *5*(1), 1-7

ณัฐฐาน์ นิธิภัทร์มณีโชค. 2559. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ, 2*(2), 1-12.

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง. (2545). *ผู้เรียนเป็นสำคัญและการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ของครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.

นิพนธ์ บริเวธานันท์. (2561). *เมื่อโลกความจริงผนวกเข้ากับโลกเสมือน*. เข้าถึงได้จาก https://www.google.com/search?q69i57.15294j0j8&sourceid=chrome&ie=UT F-8.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุง* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2534). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: กองทุนรักธรรม.

บุญเรือน ปรีชาธรรมรัตน์. (2535.) *การศึกษาเจตคติต่ออาชีพอิสระของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสุโขทัย.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ประภาพร สุขพูล. (2544). *การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง งานประดิษฐ์จากข้าวโพดโดยใช้โครงงาน.*วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2520). *ทัศนคติการวัด การเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. *วารสารวิชาการ, 10* (4), 28-30.

ประหยัด จิระวรพงศ์.(2553). เทคโนโลยีผสานความจริงเสมือน AR : Augmented Reality. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 12* (3) ,189-194.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2548). *จิตวิทยาอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ : ศูนย์สือเสริมกรุงเทพฯ.

ปัญจรัตน์ ทับเปีย. (2555). *การพัฒนาชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ฝ่ายวิชาการโรงเรียนศรีราชา. (2560). *หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนศรีราชา.* ชลบุรี: โรงเรียนศรีราชา

พนิดา ตันศิริ.(2553). โลกเสมือนผสานโลกจริง Augmented Reality. *วารสารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 169-175*

พรทิพย์ ปริยวาทิต. (2558). *ผลของการใช้บทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร*, ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรพัฒน์ ภูษิตธนานันท์. (2561). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์กับการสอนปกติ (5E).* การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัทธมน วิริยะธรรม. (2559). *การพัฒนาผลสมัฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL.* การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ออฟเคอร์มีสท์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป.* กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชการ.

พูลศรี เวศย์อุฬาร. (2554) . *หนังสือ Augmented Reality วิชาภาษาอังกฤษสำหับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร.* กรุงเทพฯ: สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2556). *การผลิตสื่อการเรียนการสอนยุคใหม่สไตล์ AURASMA*. เข้าถึงได้จาก http://www.slideshare.net/casnoboy/-19298980.

ภพ เหล่าไพบูลย์. (2547). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพาณิชย์.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2556). *การพัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน หน่วยที่ 8-15* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มานพ สว่างจิตและไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2557). *การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชนี ภาเข็ม. (2543). *การพัฒนาแผนการสอนเขียนวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนภูมิประสบการณ์.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาประถมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ราตรี ภูชิน. (2559). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคเสมือนจริงเสริมสามมิติในรายวิชา วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กรณีศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครปฐม.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาคอมพิวเตอร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

รุจิร์ ภู่สาระ. (2545). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: บุ๊ค พอยส์.

ฤดี เชยเดช. (2557). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สาระภาษาไทย โดยแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเรียนเล่น เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านสะกดคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชุมชนประชาธิปัตย์วิทยาคาร จังหวัดประทุมธานี.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

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

วนิดา แก้วกุลบุตร. (2547). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อเจตคติต่อการทำวิจัยในชั้นเรียนของครูระดับก่อนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลย*,วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิจัยการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรวิทย์ นิเทศศิลป์. (2551). *สื่อและนวตักรรมแห่งการเรียนรู้.* ปทุมธานี: สกายบุ๊กส์.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แอล ที เพลส.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนวิชา 0506703 พัฒนาการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยสารคาม.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2556). *การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีออคเมนเต็ดเรียลลิตี้.* เพชรบูรณ์: จุลดิศการพิมพ์

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ศิริรัตน์ พริกสี. (2556). นวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนเคมี. *วารสารสสวท, 41*(181), 1-2.

ศิวพร ศรีจรัญ. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7*E) *ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สงบ ลักษณะ. (2529). การวัดคุณลักษณะทางด้านความรู้สึก. *วารสารวิจัยทางการศึกษา, 16*(3), 41-59.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). เข้าถึงได้จาก http://www.niets.or.th.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ การจนารักพงค์. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง : กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม* .กรุงเทพฯ: ธารอักษร

สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย.* ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สหพร ขวัญวิชา. (2557). *การพัฒนาหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือนเรื่องสัตว์ผ่านแท็บเล็ตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสต์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2541). *รายงานผลการดำเนินงาน ปีงบประมาณ 2541 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).* กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สำนักงานราชบัณฑิตสภา. (2544). *ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน*. เข้าถึงได้จาก http://rirs3.royin.go.th/coinages/webcoinage.php

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. (2560-2579).* กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สำลี รักสุทธี. (2546). *คู่มือการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ใหม่ของ กค.* กรุงเทพฯ: พัฒนาการศึกษา.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2534). *การสร้างมาตรวัดในการวิจัยทางสังคมศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุทธิกานต์ บ่อจักรพันธ์. (2561). การพัฒนาแอปพลิเคชันการเรียนรู้ เรื่อง ระบบย่อยอาหารของมนุษย์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 6*(1), 1-17

สุประวีณ์ อุทปา. (2558). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะ หาความรู้ 7 ขั้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง. (2557). *การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). *การสอนวิทยาสาสตร์ระดับมัธยมศึกษา.* ปัตตานี: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

อรทัย ชัยวิลยศ. (2559). *ชุดการทดลองแบบย่อส่วน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 2.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเคมีศึกษา. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

อัมพา ซองทุมมินทร์. (2542). เจตคติต่อกิจกรรมนักศึกษาของนักศึกษาของสถาบันราชภัฏอุดรธานี. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). *หลักการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อารีย์ วชิรวราการ. (2542). *การวัดและการประเมินผลการเรียน.* กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

Bloom, Benjamin S. (1976*). Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5-E model a proposed 7-E model emphasizes transfer of learning and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*, *70*(6), 56-59.

Good.Cartor V. (1973). *Dictionary of Education.* (3rd.ed). New York: Mc Graw-Hill.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont, CA: Watsworth Publishing Company.

Milgram, P. and F. Kishino (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans, on Information and Systems, Special Issue on Networked Reality*, 12 1321-1329.

Stuart Oskamp, P. Wesley Schultz. (1975). *Attitudes and opinions / by Stuart Oskamp, P. Wesley Schultz***.** Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Wolman, BB. (1973). *Dictionary of Behavior Science*. New York: Van Norstand Reinhold.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการวิจัย

1. ผศ.ดร. ปริญญา ทองสอน	อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผศ. น.ต. ดร. พงษ์เทพ จิระโร	อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. นางสาวภารินี วงษ์จินดามณี	ครู คศ. 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีราชา
4. นางทิพรัตน์ ศิริพรม	ครูคศ. 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีราชา
5. ว่าที่ร้อยตรีหญิงวิมลวรรณ พันธุ์อยู่	ครูคศ. 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีราชา

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ อว ๘๑๑๘/ **วันที่** กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน

ด้วยนางสาวณัฐญา เจริญพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้น (๗Es) ร่วมกับสื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัยในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว ๘๑๑๘.๔/ว. ๗๘๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงษ์เทพ จิระโร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวณัฐญา เจริญพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้น (๗Es) ร่วมกับสื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัยในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ที่ อว ๘๑๑๘.๔/ว. ๙๔๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวภารินี วงษ์จินดามณี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวณัฐญา เจริญพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้น (๗Es) ร่วมกับสื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัยในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ที่ อว ๘๑๑๘.๔/ว. ๗๙๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางทิพรัตน์ ศิริพรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวณัฐญา เจริญพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้น (๗Es) ร่วมกับสื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัยในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ที่ อว ๘๑๑๘.๔/ว. ๗๔๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ว่าที่ร้อยตรีหญิงวิมลวรรณ พันธุ์อยู่

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวณัฐญา เจริญพันธ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้น (๗Es) ร่วมกับสื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัยในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ภาคผนวก ข

- ใบรับรองจริยธรรมเครื่องมือ
- แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบวัดเจตคติ

ที่ ๑๕๕/๒๕๖๓

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU 150/2563
โครงการวิจัยเรื่อง : ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗ ขั้น (๗Es) ร่วมกับสื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวณัฐญา เจริญพันธ์
หน่วยงานที่สังกัด : นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

๑. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	ฉบับที่ ๒ วันที่ ๒๙ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๓
๒. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย	ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
๓. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ ๒ วันที่ ๒๙ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๓
๔. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
๕. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้เก็บข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
๖. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี)	ฉบับที่ - วันที่ - เดือน - พ.ศ. -

วันที่รับรอง : วันที่ ๑๓ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
วันที่หมดอายุ : วันที่ ๑๒ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

ลงนาม
(นายเจนวิทย์ นวลแสง)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ชุดที่ ๒ (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ว 30221 **รายวิชา** เคมี 1 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **(ชื่อหน่วย)** อะตอมและสมบัติของธาตุ **เวลา 2 ชั่วโมง**

เรื่อง แบบจำลองอะตอมดอลตันและทอมสัน

---

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้ถูกต้องพร้อมบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมมีการเปลี่ยนแปลง
2. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของดอลตันได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลการทดลองของทอมสัน
2. นักเรียนสืบค้นข้อมูลแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. มีการใช้วิจารณญาณในการในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. มีความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. สาระสำคัญ

ดอลตันเสนอมโนภาพของแบบจำลองอะตอมว่า อะตอมมีลักษณะทรงกลมตัน มีขนาดเล็กมาก และไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก

ทอมสันได้เสนอแบบจำลองอะตอม คือ อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกและอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นลบแต่เนื่องจากอะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้านั่นคือ มีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน

4. สาระการเรียนรู้

จอห์น ดอลตัน (John Dalton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้เสนอทฤษฎีอะตอมเพื่อใช้อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารก่อนและหลังทำปฏิกิริยา รวมทั้งอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ธาตุประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆหลายอนุภาคเรียกอนุภาคเหล่านี้ว่า “อะตอม” ซึ่งแบ่งแยกและทำให้สูญหายไม่ได้
2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน แต่จะมีสมบัติ แตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น
3. สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่าหนึ่งชนิดทำปฏิกิริยา เคมีกันในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อย ๆ

ทอมสันได้เสนอแบบจำลองอะตอมที่ศึกษาจากการทดลองการนำไฟฟ้าของแก๊สในหลอดรังสีแคโทดทำให้ทราบว่า รังสีแคโทดเคลื่อนที่จากขั้วแคโทดไปยังขั้วแอโนดและเคลื่อนที่เข้าหาประจุบวกแสดงว่ารังสีชนิดนี้มีประจุลบ (อิเล็กตรอน) และออยเกนส์ทำการทดลองคล้ายกับทอมสันทำให้เจอรังสีที่มีประจุบวก (โปรตอน) ดังนั้นทอมสันสรุปแบบจำลองของทอมสันได้ดังนี้ อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวกและอนุภาคอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ กระจัดกระจายอย่างสม่ำเสมอในอะตอมอะตอมที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ

5. ชิ้นงานตามวัตถุประสงค์

1. ใบงานที่ 1 แบบจำลองอะตอมดอลตันและทอมสัน
2. แผนผังความคิดแบบจำลองอะตอมดอลตันและทอมสัน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (นาที)	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์
1.ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase)	1.1 ครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับอะตอมโดยยกตัวอย่างข้อคำถามคือ “ถ้าในทางชีววิทยาเรามักจะทราบกันบ้างหรือเคยได้ยินกันมาบ้างว่า เซลล์คือโครงสร้างที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ส่วนในวิชาเคมีเมื่อมีการเกิดสาร หรือสสารต่าง ๆ นักเรียนคิดว่ามีโครงสร้างใดเป็นพื้นฐาน” **แนวคำตอบ : อะตอม** 1.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดว่าตามคำถามของครู แล้วส่งตัวแทนออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียน	15	
2.ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase)	2.1 ครูนำวิดีโอ เรื่อง วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม มาให้นักเรียนดู พร้อมบอกว่าทุกสิ่งประกอบขึ้นมาจากอะตอมเป็นจำนวนมาก แต่เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า นักวิทยาศาสตร์จึงสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้นและตั้งคำถามกระตุ้นนักเรียนคือ นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1 และคนที่ 2 ที่เสนอแบบจำลองอะตอมคือใครและมีรูปของแบบจำลองอะตอมเป็นเช่นไร 2.2 ครูเฉลยชื่อนักวิทยาศาตร์คนที่ 1 และคนที่ 2 ที่เสนอแบบจำลองอะตอมแล้วพร้อมทั้งวาดรูปแบบจำลองอะตอมทั้ง 2 แบบและนำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	15	- วิดีโอเรื่องวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (นาที)	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์
3.ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase)	3.1 ครูให้นักเรียนศึกษา สืบเสาะหาความรู้เรื่องแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน โดยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ พร้อมทั้งแจกใบงานที่ 1 แบบจำลองอะตอมดอลตันและทอมสัน ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลและทำใบงานควบคู่ไปกับการศึกษาจากสื่อ 3.2 ครูสุ่มเลขที่นักเรียนเพื่อให้ตอบแบบฝึกหัดที่ทำพร้อมกับครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง	30	- เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)	4.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่ามีธาตุหรือสารใดหรือไม่ที่สอดคล้องกับทฤษฎีแบบจำลองอะตอมของดอลตัน 4.2 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องแบบจำลองอะตอม ของดอลตันและทอมสัน เช่น 1) แบบจำลองอะตอมของดอลตันมีลักษณะเช่นไร **แนวคำตอบ** : มีลักษณะทรงกลมตันไม่สามารถแบ่งแยกได้ 2) เพราะเหตุใดแบบจำลองของดอลตันจึงได้รับความเชื่อถือลดลง และไม่ได้รับการยอมรับในที่สุด **แนวคำตอบ :** เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ค้นพบข้อมูลบางประการที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของดอลตัน เช่น อะตอมสามารถแบ่งแยกได้ เพราะอะตอมประกอบด้วยอนุภาคโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน 3) การทดลองของทอมสันใช้อุปกรณ์ใด	20	

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (นาที)	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)	**แนวคำตอบ :** หลอดรังสีแคโทด 4) แบบจำลองอะตอมของทอมสันสรุปได้ว่าอย่างไร **แนวคำตอบ :** อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกและอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ อะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้านั่นคือมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน		
5. ขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase)	5.1 ให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้จากเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ เพื่อหาสาเหตุและข้อมูลของคิดค้นและการสร้างแบบจำลองอะตอมพร้อมทั้งคาดคะเนรูปร่างของแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์คนต่อไป	15	- เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)	6.1 นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่องมหัศจรรย์แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน 6.2 ครูทำการตรวจใบงานที่ 1 เรื่องมหัศจรรย์แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	15	- ใบงานที่ 1 เรื่องมหัศจรรย์แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)	7.1 ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิดแสดงข้อมูลตังต่อไปนี้ 1) รูปร่างแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน 2) สาเหตุของการสร้างแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์คนต่อไป 3) รูปร่างแบบจำลองอะตอมของ	10	- แผนผังความคิดแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (นาที)	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)	นักวิทยาศาสตร์คนต่อไป 7.2 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนจำนวน 6 กลุ่มออกมานำเสนอ และสรุปความรู้รวบยอดพร้อมกัน		

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียนรายวิชา เคมี 1 ของ สสวท.

7.2 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ

7.3 วิดีโอเรื่อง โครงสร้างของอะตอม

8. การวัดและประเมินผล

รายการ	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
1.ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้ถูกต้อง 2. อธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของดอลตันได้ 3. อธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้ 4. บอกวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	- ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง มหัศจรรย์แบบจำลองอะตอม ของดอลตันและทอมสัน - การตอบคำถามในห้องเรียน	ใบงานที่ 1 เรื่อง มหัศจรรย์แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน - ข้อคำถาม	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 - ตอบข้อคำถามถูก 7/10

รายการ	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) 1. สังเกตแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน 2. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของดอลตันและแบบจำลองทอมสัน	- ตรวจจากการทำกิจกรรมโดยสังเกตนักเรียนระหว่างทำ กิจกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน	- คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
3. ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (A) 1. มีการใช้วิจารณญาณในการในการวิเคราะห์ข้อมูล 2. มีความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติ	- แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติ (แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์)	- คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

ปัญหา/อุปสรรค

แนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ .....ผู้สอน

(นางสาวณัฐญา เจริญพันธ์)

แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

เลขที่	พฤติกรรมการเรียน																	
	การตอบคำถาม			การทำกิจกรรม			การแสดงความคิดเห็น			ความเรียบร้อยของภาระงาน			ความกระตือรือร้นในการเรียน			การรับฟังความเห็นของผู้อื่น		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		

เกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นบ่อยครั้ง

2 หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว

1 หมายถึง ผู้เรียนไม่แสดงพฤติกรรมนั้นบางครั้ง

ลงชื่อ .....ผู้สอน

(นางสาวณัฐญา เจริญพันธ์)

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

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมิน

จิตวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		3	2	1	0
มีการใช้วิจารณญาณในการในการวิเคราะห์	วิเคราะห์ข้อมูลจากการเรียนรู้ ได้ถูกต้อง				
	สรุปข้อมูลได้ถูกต้องโดยการใช้วิจารณญาณ				
	ไม่ยอมรับสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้				
มีความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้นได้				
	ต้องการที่จะรู้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์				
	ชื่อในความสำคัญของเหตุผล				
รวม (18)					

เกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึงผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นบ่อยครั้ง

2 หมายถึงผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว

1 หมายถึงผู้เรียนไม่แสดงพฤติกรรมนั้นบางครั้ง

0 หมายถึง ผู้เรียนไม่แสดงพฤติกรรมนั้นเลย

ผลการประเมิน มีระดับคะแนนและเกณฑ์ดังนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
15 – 18 คะแนน	ดีมาก
11 – 14 คะแนน	ดี
7 – 10 คะแนน	พอใช้
ต่ำกว่า 6 คะแนน	ปรับปรุง

ใบงานที่ 1
เรื่องมหัศจรรย์แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน

คำสั่ง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จงวาดรูปและเขียนคำอธิบายของแบบจำลองอะตอมต่อไปนี้

ชื่อแบบจำลอง	รูปร่าง	อธิบายลักษณะ

2. จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมดอลตันและแบบจำลองอะตอมทอมสัน

_____

_____

_____

_____

3. จงเติมเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่มีความหมายถูกต้อง และเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

_____1. อะตอม คือ สิ่งที่มีขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก

_____2. แบบจำลองแรกที่ถูกเสนอขึ้น คือ แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

_____3. ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน ที่เสนอขึ้นมีทั้งหมด 3 ข้อ คือ

1. ธาตุประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ อนุภาคเหล่านี้เรียกว่า อะตอม ซึ่งแบ่งแยกและทำให้สูญหายไม่ได้

2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน เช่น มีมวลเหมือนกัน แต่จะมีสมบัติแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น

3. สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่า 1 ชนิดทำปฏิกิริยาเคมีกันในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อย ๆ

_____4. ในช่วงหลังมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอะตอม ค้นพบว่ามีสมบัติบางประการไม่สอดคล้องกับแนวคิดของดอลตัน แนวคิดทฤษฎีอะตอมของดอลตันจึงไม่ถูกต้อง

_____5. แบบจำลองอะตอมของดอลตันมีลักษณะเป็นทรงกลมมีขั้วบวกและขั้วลบอย่างสม่ำเสมอ

_____6.การศึกษาการนำไฟฟ้าของแก๊ส โดยการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในหลอดแก้วบรรจุแก๊สความดัน ทำให้จำนวนอะตอมของแก๊สไม่หนาแน่นมาก ประจุไฟฟ้าสามารถเดินทางได้ และจะมีรังสีเคลื่อนที่จากแคโทดไปยังแอโนด เรียกว่า รังสีแคโทด

_____7. รังสีแคโทดเคลื่อนที่เข้าหาเข้าหาขั้วบวก แสดงว่ารังสีแคโทดมีประจุเป็นไฟฟ้าบวก

_____8. อนุภาครังสีแคโทดที่ออกจากโลหะต่างชนิดเป็นอนุภาคชนิดเดียวกัน ซึ่งเรียกว่าอิเล็กตรอน

_____9. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน มีรูปร่างเป็นทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอมซึ่งประจุบวกและอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่ว

_____10. แบบจำลองอะตอมของดอลตันเป็นทรงกลมตันที่แตกต่างจากแบบจำลองอะตอมของทอมสันตรงที่แบบจำลองอะตอมของทอมสันมีประจุบวกและประจุลบการจาย อย่างสม่ำเสมอ

4. จงเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. แบบจำลองอะตอมของดอลตันมีลักษณะอย่างไร

ก. เป็นทรงกลมตัน ข. เป็นวงกลม

ค. เป็นวงรี ง. เป็นทรงกลมและมีประจุบวกและประจุลบ

2. อะตอมประกอบด้วยโปรตอนและอิเล็กตรอนในจำนวนที่เท่ากันคือแบบจำลองอะตอมของใคร

ก. ดอลตัน ข. ทอมสัน

ค. กลุ่มหมอก ง. โบร์

3. ข้อใดไม่ใช่ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

ก. สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดซึ่งไม่สามารถแบ่งแยกได้

ข. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันย่อมมีสมบัติเหมือนกัน และมีสมบัติแตกต่างจากธาตุอื่น

ค. สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมาทำปฏิกิริยาเคมีในอัตราส่วนเลขที่ลงตัว

ง. อะตอมมาสามารถทำให้สูญหายได้

4. การทดลองของทอมสันค้นพบอนุภาคอะไรบ้าง

ก. โปรตอน ข. อิเล็กตรอน

ค. นิวตรอน ง. ทั้ง ข้อ ก และ ข้อ ข

5. รังสีแคโทดเกิดจากส่วนใด

ก. ขั้วแคโทด ข. แก๊สที่บรรจุภายใน

ค. ขั้วแคโทด และแก๊สที่บรรจุภายใน ง. ขั้วแคโทด ขั้วแอโนดและแก๊ส

6. ทอมสันเรียกอนุภาคที่มีประจุลบว่าอะไร

ก. อิเล็กตรอน ข. โปรตอน

ค. นิวตรอน ง. ไอโซโทป

7. ออยแกน โกลด์สไตน์ พบอะไร

ก. อิเล็กตรอน ข. โปรตอน

ค. นิวตรอน ง. ไอโซโทป

8. อนุภาคที่มีประจุบวกเรียกว่าอะไร

ก. อิเล็กตรอน ข. โปรตอน

ค. นิวตรอน ง. ไอโซโทป

9. เราทราบมวลอิเล็กตรอนจาการทดลองของใคร

ก. ทอมสัน ข. มิลลิแกน

ค. รัทเทอร์ฟอร์ด ง. ทอมสันและมิลลิแกน

10. ข้อใดสนับสนุนว่าอะตอมไม่ใช่อนุภาคที่เล็กที่สุด

ก. การค้นพบไอโซโทป

ข. การค้นพบธาตุกัมมันตรังสี

ค. การค้นพบสารประกอบต่าง ๆ

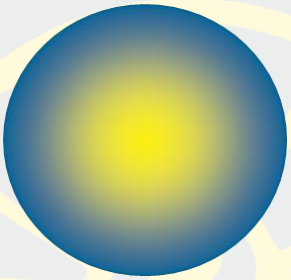
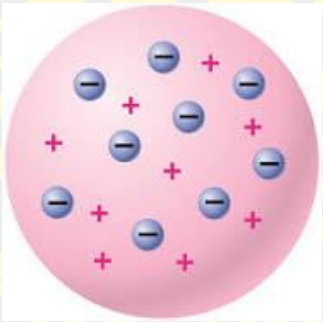
ง. การค้นพบอิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน

THE END

เฉลยใบงานที่ 1
เรื่องมหัศจรรย์แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน

คำสั่ง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จงวาดรูปและเขียนคำอธิบายของแบบจำลองอะตอมต่อไปนี้

ชื่อแบบจำลอง	รูปร่าง	อธิบายลักษณะ
แบบจำลองอะตอมดอลตัน		ทรงกลมตันมีขนาดเล็กที่สุดซึ่งแบ่งแยกอีกไม่ได้
แบบจำลองอะตอมทอมสัน		อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวกและอนุภาคอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบกระจัดกระจายอย่างสม่ำเสมอในอะตอมอะตอมที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ

2. จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมดอลตันและแบบจำลองอะตอมทอมสัน

อะตอมของดอลตันมีลักษณะเป็นทรงกลมตันไม่มีอะไรอยู่ภายข้างใน ส่วนแบบจำลองอะตอมของ ทอมสันเป็นทรงกลมแต่มีประจุบวกและประจุลบอยู่ภายใน

3. จงเติมเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่มีความหมายถูกต้อง และเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

✓ 1. อะตอม คือ สิ่งที่มีขนาดเล็กไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก

✗ 2. แบบจำลองแรกที่ถูกเสนอขึ้น คือ แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

✓ 3. ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน ที่เสนอขึ้นมีทั้งหมด 3 ข้อ คือ

1. ธาตุประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ อนุภาคเหล่านี้เรียกว่า อะตอม ซึ่งแบ่งแยกและทำให้สูญหายไม่ได้

2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน เช่น มีมวลเหมือนกัน แต่จะมีสมบัติแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น

3. สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่า 1 ชนิดทำปฏิกิริยาเคมีกันในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อย ๆ

✓ 4. ในช่วงหลังมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอะตอม ค้นพบว่ามีสมบัติบางประการไม่สอดคล้องกับแนวคิดของดอลตัน แนวคิดทฤษฎีอะตอมของดอลตันจึงไม่ถูกต้อง

✗ 5. แบบจำลองอะตอมของดอลตันมีลักษณะเป็นทรงกลมมีขั้วบวกและขั้วลบอย่างสม่ำเสมอ

✓ 6. การศึกษาการนำไฟฟ้าของแก๊ส โดยการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในหลอดแก้วบรรจุแก๊สความดัน ทำให้จำนวนอะตอมของแก๊สไม่หนาแน่นมาก ประจุไฟฟ้าสามารถเดินทางได้ และจะมีรังสีเคลื่อนที่จากแคโทดไปยังแอโนด เรียกว่า รังสีแคโทด

✗ 7. รังสีแคโทดเคลื่อนที่เข้าหาเข้าหาขั้วบวก แสดงว่ารังสีแคโทดมีประจุเป็นไฟฟ้าบวก

✓ 8. อนุภาครังสีแคโทดที่ออกจากโลหะต่างชนิดเป็นอนุภาคชนิดเดียวกัน ซึ่งเรียกว่าอิเล็กตรอน

✓ 9. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน มีรูปร่างเป็นทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอมซึ่งประจุบวกและอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่ว

✓ 10. แบบจำลองอะตอมของดอลตันเป็นทรงกลมตันที่แตกต่างจากแบบจำลองอะตอมของทอมสันตรงที่แบบจำลองอะตอมของทอมสันมีประจุบวกและประจุลบการจายอย่างสม่ำเสมอ

4. จงเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. แบบจำลองอะตอมของดอลตันมีลักษณะอย่างไร

ก. เป็นทรงกลมตัน ข. เป็นวงกลม

ค. เป็นวงรี ง. เป็นทรงกลมและมีประจุบวกและประจุลบ

2. อะตอมประกอบด้วยโปรตอนและอิเล็กตรอนในจำนวนที่เท่ากันคือแบบจำลองอะตอมของใคร

ก. ดอลตัน ข. ทอมสัน ค. กลุ่มหมอก ง. โบร์

3. ข้อใดไม่ใช่ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

ก. สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดซึ่งไม่สามารถแบ่งแยกได้

ข. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันย่อมมีสมบัติเหมือนกัน และมีสมบัติแตกต่างจากธาตุอื่น

ค. สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมาทำปฏิกิริยาเคมีในอัตราส่วนเลขที่ลงตัว

ง. อะตอมมาสามารถทำให้สูญหายได้

4. การทดลองของทอมสันค้นพบอนุภาคอะไรบ้าง

ก. โปรตอน ข. อิเล็กตรอน ค. นิวตรอน ง. ทั้ง ข้อ ก และ ข้อ ข

5. รังสีแคโทดเกิดจากส่วนใด

ก. ขั้วแคโทด ข. แก๊สที่บรรจุภายใน

ค. ขั้วแคโทด และแก๊สที่บรรจุภายใน ง. ขั้วแคโทด ขั้วแอโนดและแก๊ส

6. ทอมสันเรียกอนุภาคที่มีประจุลบว่าอะไร

ก. อิเล็กตรอน ข. โปรตอน ค. นิวตรอน ง. ไอโซโทป

7. ออยแกน โกลด์สไตน์ พบอะไร

ก. อิเล็กตรอน ข. โปรตอน ค. นิวตรอน ง. ไอโซโทป

8. อนุภาคที่มีประจุบวกเรียกว่าอะไร

ก. อิเล็กตรอน ข. โปรตอน ค. นิวตรอน ง. ไอโซโทป

9. เราทราบมวลอิเล็กตรอนจาการทดลองของใคร

ก. ทอมสัน ข. มิลลิแกน ค. รัทเทอร์ฟอร์ด ง. ทอมสันและมิลลิแกน

10. ข้อใดสนับสนุนว่าอะตอมไม่ใช่อนุภาคที่เล็กที่สุด

ก. การค้นพบไอโซโทป ข. การค้นพบธาตุกัมมันตรังสี

ค. การค้นพบสารประกอบต่าง ๆ ง. การค้นพบอิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รหัสวิชา ว 30221 **รายวิชา** เคมี 1 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **(ชื่อหน่วย)** อะตอมและสมบัติของธาตุ **เวลา 2 ชั่วโมง**

เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

---

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลองหรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้

2.นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของการเกิดแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลสาเหตุของการเกิดอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้ถูกต้อง

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. มีการใช้วิจารณญาณในการในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. มีความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. สาระสำคัญ

จากการศึกษาแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกพบว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสอย่างรวดเร็ว ด้วยรัศมีไม่แน่นอนจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้ บอกได้แต่เพียงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในบริเวณต่าง ๆ ปรากฏการณ์แบบนี้เรียกว่ากลุ่มหมอกของอิเล็กตรอน บริเวณที่มีกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนหนาแน่นจะมีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณที่เป็นหมอกจาง

4. สาระการเรียนรู้

แบบจำลองสร้างขึ้นจากผลการทดลองและองค์ความรู้ที่มีอยู่ขณะนั้น ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลหรือผลการทดลองใหม่ นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาสิ่งที่มองไม่เห็นรวมถึงเรื่องของอะตอม โดยจะใช้ผลการทดลองและความรู้ที่ค้นพบแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาสิ่งที่สนใจต่อไป เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ ๆ แนวคิดหรือแบบจำลองเกี่ยวกับอะตอมเริ่มจากดอลตัน ทอมสันรัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอก ซึ่งทำให้ได้รายละเอียดของอะตอมและ

โอกาสที่จะพบ อนุภาค ในอะตอม จำนวนอนุภาคดังกล่าวนี้อาจทราบได้จากการแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ

5. ชิ้นงานตามวัตถุประสงค์

1.ใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

2.ใบงานทดสอบก่อนเรียน เรื่องการหาค่าพลังงานของอิเล็กตรอน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (นาที)	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์
1.ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase)	1.1 ครูแจกใบงานทดสอบก่อนเรียน เรื่องการหาค่าพลังงานของอิเล็กตรอนโดยนักเรียนเลขที่คี่จะได้รับใบงานข้อที่ 1 ส่วนนักเรียนเลขที่คู่จะได้รับใบงานข้อที่ 2 1.2 นักเรียนลงมือทำใบงานทดสอบก่อนเรียนของตนเองภายในเวลา 5 นาที 1.3 เมื่อเวลาครบ 5 นาทีครูบอกให้นักเรียนทุกคนหยุดทำใบงานแล้วนำใบงานของตนเองแลกกับเพื่อนเพื่อรับการตรวจ 1.4 ครูเฉลยคำตอบทั้ง 2 ข้อแล้วให้นักเรียนตรวจคำตอบใบงานของเพื่อนเมื่อตรวจเสร็จส่งใบคำตอบกลับคืนแก่เจ้าของ	15	- ใบงานทดสอบก่อนเรียน เรื่องการหาค่าพลังงานของอิเล็กตรอน
2.ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase)	2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมากลุ่มละ 1 คน เพื่อเล่นเกมแบบจำลองหลังเต่า ซึ่งการเล่นจะเล่นเป็นทีม ทีมละ 4 คน โดยครูอธิบายการเล่นเกมดังนี้ 1. ครูจะแจกลูกเต๋าแก่นักเรียนทั้ง 4 คน ซึ่งบนลูกเต๋าทั้ง 6 หน้าจะมีคำที่นำมารวมกันแล้วกลายเป็นชื่อของแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด นีลโบร์ และแบบกลุ่มหมอก	15	- เกมแบบจำลองหลังเต่า

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (นาที)	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์
	2. ครูจะอ่านคำใบ้ของแต่ละแบบจำลองอะตอม แล้วให้ทุกคนในทีมเรียงคำที่อยู่บนลูกเต๋าให้ครบตามชื่อของคำใบ้ของแบบจำลองอะตอมนั้น ๆ 3. ครูจะให้เวลาทีมละ 90 วินาที 4. ทีมใดที่สามารถเรียงคำครบทุกแบบจำลองอะตอมสมาชิกทุกกลุ่มในทีมจะได้รับคะแนนกลุ่มละ 5 คะแนน		
3.ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase)	3.1 ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกและสาเหตุของการสร้างแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกจากเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุแล้วบันทึกข้อมูลพร้อมทั้งทำใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก 3.2 ครูเฉลยใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	30	- เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ - ใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)	4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอธิปรายเรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกซึ่งควรได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้ 1. เนื่องจากแบบจำลองอะตอมของโบร์สามารถอธิบายได้เพียงธาตุที่มีอิเล็กตรอนเพียง 1 ตัวเท่านั้นนักวิทยาศาสตร์จึงคิดค้นแบบจำลองอะตอมแบบใหม่เพื่ออธิบายธาตุที่มีอะตอมมากกว่า 1 2. อิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นทั้งอนุภาคและคลื่น ทำให้ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอน		

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (นาที)	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์
	ของอิเล็กตรอนได้แต่สามารถระบุได้ว่าบริเวณใดที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอนซึ่งอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในลักษณะของกลุ่มหมอกที่มีประจุเป็นลบ ยิ่งเข้าใกล้นิวเคลียสโอกาสที่พบอิเล็กตรอนยิ่งสูงขึ้น	15	
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)	โดยกลุ่มหมอกหรือบริเวณที่มีโอกาสพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ออร์บิทัลมีหลายรูปแบบ เช่น s, p, d และ f 3. ปัจจุบันใช้กลุ่มหมอกอิเล็กตรอนในการอธิบายเกี่ยวกับอะตอม แต่ในอนาคตหากมีนักวิทยาศาสตร์สามารถคิดค้นข้อมูลที่มีข้อขัดแย้งกับแนวคิดของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกก็สามารถเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับการอธิบายอะตอมได้อีกเช่นกัน		
5. ขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase)	5.1 ครูอธิบายความรู้เรื่องออร์บิทัลเพื่อเป็นการขยายความรู้และเป็น พื้นฐานความรู้สำหรับการเรียนเรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยต่อไป 5.2 ครูให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุในการศึกษาความรู้และบันทึกข้อมูลลงในสมุดบันทึกของตนเอง	10	- เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)	6.1 นักเรียนตอบใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก 6.2 ครูทำการตรวจใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก 6.3 นักเรียนตอบใบงานทดสอบก่อนเรียนเรื่อง	20	- ใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (นาที)	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์
	การหาค่าพลังงานของอิเล็กตรอน 6.4 ครูทำการตรวจใบงานทดสอบก่อนเรียน เรื่องการหาค่าพลังงานของอิเล็กตรอน		- ใบงานทดสอบก่อนเรียน เรื่องการหาค่า พลังงานของอิเล็กตรอน
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)	7.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมความสำคัญของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกโดยให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ในประเด็นที่ว่าถ้าไม่มีแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกเกิดผลอย่างไร เขียนสรุปลงสมุดบันทึกของตนเอง 7.2 ให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้น	15	

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียนรายวิชา เคมี 1 ของ สสวท.

7.2 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ

7.3 เกมแบบจำลองอะตอมหลังเต๋า

8. การวัดและประเมินผล

รายการ	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
1.ด้านความรู้ (K) 1.อธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก 2. อธิบายสาเหตุของการเกิดแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	- ตรวจใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก - การตอบคำถามในห้องเรียน	- ใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก - ข้อคำถาม	-คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 - ตอบข้อคำถามถูก 7/10
2.ด้านทักษะกระบวนการ (P) 1. สังเกตแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก 2. อภิปรายผลสาเหตุของการเกิดอะตอมแบบกลุ่มหมอก	- ตรวจจากการทำกิจกรรมโดยสังเกตนักเรียนระหว่างทำ กิจกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน	- คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
3. ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (A) 1. มีการใช้วิจารณญาณในการในการวิเคราะห์ข้อมูล 2. มีความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติ	- แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติ (แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์)	- คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

ปัญหา/อุปสรรค

แนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ .....ผู้สอน

(นางสาวณัฐญา เจริญพันธ์)

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมิน

จิตวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		3	2	1	0
มีการใช้วิจารณญาณในการในการวิเคราะห์	วิเคราะห์ข้อมูลจากการเรียนรู้ ได้ถูกต้อง				
	สรุปข้อมูลได้ถูกต้องโดยการใช้วิจารณญาณ				
	ไม่ยอมรับสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้				
มีความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้นได้				
	ต้องการที่จะรู้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์				
	ชื่อในความสำคัญของเหตุผล				
รวม (18)					

เกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นบ่อยครั้ง

2 หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว

1 หมายถึง ผู้เรียนไม่แสดงพฤติกรรมนั้นบางครั้ง

0 หมายถึง ผู้เรียนไม่แสดงพฤติกรรมนั้นเลย

ผลการประเมิน มีระดับคะแนนและเกณฑ์ดังนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
15 – 18 คะแนน	ดีมาก
11 – 14 คะแนน	ดี
7 – 10 คะแนน	พอใช้
ต่ำกว่า 6 คะแนน	ปรับปรุง

แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

เลขที่	พฤติกรรมการเรียน																	
	การตอบคำถาม			การทำกิจกรรม			การแสดงความคิดเห็น			ความเรียบร้อยของภาระงาน			ความกระตือรือร้นในการเรียน			การรับฟังความเห็นของผู้อื่น		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		

เกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นบ่อยครั้ง

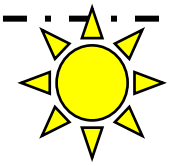
2 หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว

1 หมายถึง ผู้เรียนไม่แสดงพฤติกรรมนั้นบางครั้ง

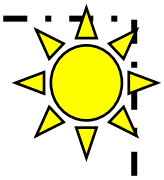
ลงชื่อ .....ผู้สอน

(นางสาวณัฐญา เจริญพันธ์)

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



ใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก



คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. เหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงได้คิดค้นแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

2. จากการทำการทดลองนักวิทยาศาสตร์มีโอกาสพบอิเล็กตรอนบริเวณใดของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

3. บริเวณที่กลุ่มหมอกจางกับบริเวณที่กลุ่มหมอกหนาต่างกันอย่างไร

4. แบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอกมีลักษณะอย่างไร (วาดรูปและอธิบาย)

5. นักเรียนคิดว่าต่อไปในอนาคตจะมีแบบจำลองอะตอมได้อีกหรือไม่เพราะเหตุใด

เฉลยใบงานที่ 4 เรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

1. เหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงได้คิดค้นแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

เพราะแบบจำลองอะตอมของโบร์มีข้อจำกัดคือไม่สามารถอธิบายใช้อธิบายสเปกตรัมของอะตอมที่มีหลายอิเล็กตรอนได้ นักวิทยาศาสตร์จึงได้ศึกข้อมูลเพิ่มเติมและสร้างแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกขึ้นมา

2. จากการทำการทดลองนักวิทยาศาสตร์มีโอกาสพบอิเล็กตรอนบริเวณใดของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

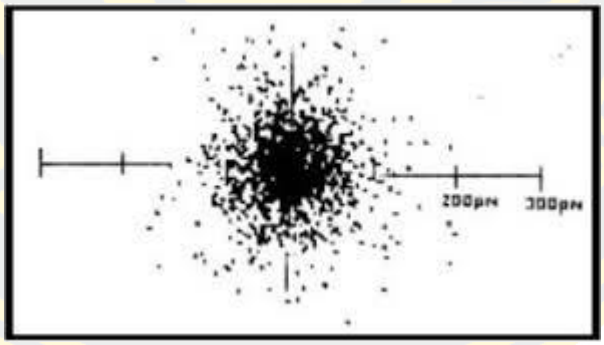
มีโอกาสพบอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียสบางบริเวณเท่านั้น

3. บริเวณที่กลุ่มหมอกทึบกับบริเวณที่กลุ่มหมอกจางต่างกันอย่างไร

บริเวณที่กลุ่มหมอกทึบ แสดงว่ามีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนได้มาก

บริเวณที่กลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจางมีโอกาสจะพบอิเล็กตรอนน้อย

4. แบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอกมีลักษณะอย่างไร (วาดรูปและอธิบาย)



แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกจะมีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางและมีกลุ่มอิเล็กตรอนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส

5. นักเรียนคิดว่าต่อไปในอนาคตจะมีแบบจำลองอะตอมได้อีกหรือไม่เพราะเหตุใด

เนื่องจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาอยู่เรื่อย ๆ เพราะฉะนั้นแบบจำลองอะตอมจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นอย่างแน่นอน

ใบงานทดสอบก่อนเรียน เรื่องการหาค่าพลังงานของอิเล็กตรอน **เลขที่คี่**

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำและเขียนคำตอบให้ถูกต้อง

จงหาความถี่ของแสงที่มีความยาวคลื่นเท่ากับ 456 nm

ใบงานทดสอบก่อนเรียน เรื่องการหาค่าพลังงานของอิเล็กตรอน **เลขที่คู่**

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำและเขียนคำตอบให้ถูกต้อง

ธาตุชนิดหนึ่งมีความยาวคลื่น 624 นาโนเมตร ให้คำนวณหาพลังงานของธาตุชนิดนี้ในหน่วย J

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำสั่ง ให้นักเรียนกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบเพียงข้อเดียว

1. อะตอมที่มาจากภาษากรีก แปลว่าอย่างไร

ก. ส่วนที่เล็ก ๆ
ข. ส่วนหนึ่งของสาร
ค. แบ่งแยกอีกได้
ง. แบ่งแยกไม่ได้

2. ข้อใด ไม่ใช่ ทฤษฎีอะตอมตามแบบจำลองอะตอมของดอลตัน

ก. อะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุด
ข. อะตอมไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้
ค. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน
ง. อะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอนและโปรตอน

3. การทดลองแบบจำลองอะตอมของทอมสันด้วยหลอดรังสีแคโทด ข้อใดถูกต้อง

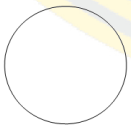
ก. รังสีที่ออกจากขั้วแคโทดไปยังขั้วแอโนดมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก
ข. รังสีที่ออกจากขั้วแคโทดไปยังขั้วแอโนดมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ
ค. รังสีที่ออกจากขั้วแอโนดไปยังขั้วแคโทดมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ
ง. รังสีที่ออกจากขั้วแอโนดไปยังขั้วแคแนลมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

4. จากการทดลองของทอมสันแก๊สจะนำไฟฟ้าเมื่อใด

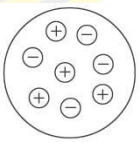
ก. จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง
ข. จุดเดือดสูง จุดหลอมเหลวต่ำ
ค. ความต่างศักย์สูง ความดันต่ำ
ง. ความต่างศักย์ต่ำ ความดันสูง

5. ข้อใดคือแบบจำลองของทอมสัน

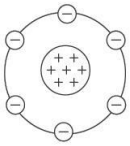
ก.



ข.



ค.

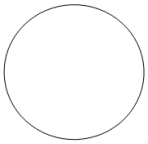


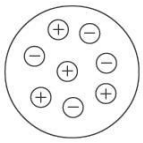
ง.

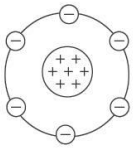
6. ข้อแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน คือข้อใด

ก. จำนวนโปรตอน
ข. จำนวนอิเล็กตรอน
ค. ตำแหน่งของอนุภาค
ง. อนุภาคที่อยู่ภายในอะตอม

7. จากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดพบว่า “อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยนิวเคลียสซึ่งมีประจุบวกอยู่ด้านในและมีอิเล็กตรอนอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส” จากข้อความดังกล่าวตรงกับรูปในข้อใด

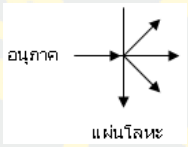
ก. 

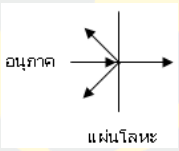
ข. 

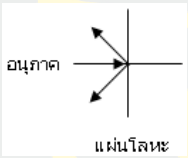
ค. 

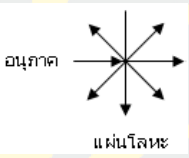
ง.

8. แผนภาพใดต่อไปนี้แสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคตามการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด ได้ถูกต้องที่สุด

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

9. จากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้ข้อสรุปอย่างไร

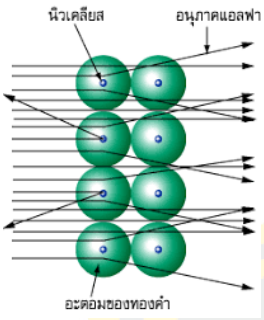
ก. อนุภาคบวกมีมวลมาก อยู่บริเวณรอบ ๆ
ข. อนุภาคลบมีมวลมาก อยู่ตรงกลาง
ค. อนุภาคบวกมีมวลมาก อยู่ตรงกลาง
ง. อะตอมไม่มีพื้นที่ว่าง

10. ผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด ยกเว้นข้อใด

ก. เมื่อยิงรังสีแอลฟาไปยังอะตอมของทองคำพบว่ารังสีส่วนใหญ่เบี่ยงเบนออก
ข. เมื่อยิงรังสีแอลฟาไปยังอะตอมของทองคำพบว่ารังสีส่วนใหญ่ผ่านอะตอมไปได้
ค. เมื่อยิงรังสีแอลฟาไปยังอะตอมของทองคำพบว่ารังสีส่วนน้อยเบี่ยงเบนออก
ง. เมื่อยิงรังสีแอลฟาไปยังอะตอมของทองคำพบว่ารังสีส่วนน้อยย้อนกลับ

11. เมื่อยิงรังสีแอลฟาไปยังอะตอมของทองคำแล้วรังสีส่วนน้อยสะท้อนกลับเพราะอะไร

ก. เพราะพื้นที่ในอะตอมส่วนใหญ่เป็นที่ว่าง
ข. เพราะภายในอะตอมมีมวลน้อย
ค. เพราะภายในอะตอมมีนิวเคลียสที่มีมวลมาก
ง. ถูกทุกข้อ

12. 

จากรูปสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ภายในอะตอมของทองคำมีพื้นที่ว่างมาก และมีนิวเคลียสที่มีมวลมากอยู่ตรงกลาง

ข. ภายในอะตอมของทองคำมีนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง รังสีแอลฟาส่วนน้อยที่จะชนแล้วสะท้อนกลับ

ค. ภายในอะตอมของทองคำมีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางแล้วรังสีส่วนน้อยที่จะเข้าใกล้แล้วเบี่ยงเบนออก

ง. ถูกทุกข้อ

13. ข้อแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของทอมสันและรัทเทอร์ฟอร์ด คือข้อใด

ก. จำนวนโปรตอน ข. จำนวนอิเล็กตรอน

ค. ตำแหน่งของอนุภาค ง. จำนวนนิวตรอน

14. การเกิดสเปกตรัมของสีต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

ก. คายพลังงานเนื่องจากเกิดการสร้างพันธะใหม่

ข. รับพลังงานเพื่อย้ายอิเล็กตรอนไปสู่ระดับพลังงานที่สูงกว่า

ค. รับพลังงานเพื่อทำให้อิเล็กตรอนตัวแรกหลุดออกจากอะตอม

ง. คายพลังงานเนื่องจากอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากระดับพลังงานสูงลงสู่ระดับพลังงานต่ำ

15. จากการทดลองส่องเส้นสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจนมีลักษณะแตกต่างจากแสงขาวอย่างไร

ก. สเปกตรัมไฮโดรเจนเป็นเส้นสเปกตรัมไม่ต่อเนื่อง

ข. สเปกตรัมไฮโดรเจนเป็นแถบสเปกตรัมที่ต่อเนื่อง

ค. เป็นเส้นสเปกตรัมที่มี 4 สี คือ ม่วง เขียว แดง น้ำเงิน

ง. ทั้ง ก และ ค ถูกต้อง

16.การทำพลุประกอบด้วยสารประกอบของธาตุหลายชนิด เช่น สารประกอบของโซเดียมให้เส้นสเปกตรัมสีเหลืองที่มีความยาวคลื่น 5.90 X 10^{2} nm. เส้นสเปกตรัมนี้มีพลังงานกี่กิโลจูล (กำหนด Plank's constant = 6.6×10^{-34} J.s และความเร็วแสง = 3.0×10^{8} m.s^{-1})

ก. 1.2 X 10^{-19} kJ ข. 1.17 X 10^{-19} kJ ค. 1.12 X 10^{-19} kJ ง. 3.30 X 10^{-19} kJ

17. ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง

ก. ธาตุชนิดเดียวกันจะมีสเปกตรัมสีเดียวกันเสมอ

ข. การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนอาจมีการเปลี่ยนแปลงข้ามระดับชั้นพลังงานได้

ค. ระดับพลังงานต่ำ ๆ จะอยู่ใกล้ชิดกัน ระดับพลังงานสูงขึ้นจะอยู่ห่างกันมากขึ้น

ง. อิเล็กตรอนรับพลังงานขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงขึ้นและคายออกมากเท่ากับที่รับเข้าไป

18. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของโบร์

ก. แบบจำลองอะตอมของโบร์ใช้อธิบายการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมหรือไอออนที่มี 1 อิเล็กตรอน

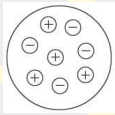
ข. แบบจำลองอะตอมของโบร์จะมีโอกาสเจออิเล็กตรอนที่กำลังเคลื่อนที่ รอบ ๆ นิวเคลียส

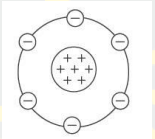
ค. แบบจำลองอะตอมของโบร์สามารถอธิบายการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมของไฮโดรเจน

ง. แบบจำลองอะตอมของโบร์มีลักษะเป็นทรงกลมและมีอิเล็กตรอนอยู่ตามระดับชั้นพลังงาน

19. จากการทดลองของนีล โบร์ พบว่า “อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยประจุบวกอยู่ภายในนิวเคลียสและอิเล็กตรอนกระจายอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสตามระดับชั้นพลังงาน” จากข้อความดังกล่าวตรงกับรูปในข้อใด

ก.

ข. 

ค. 

ง.

20. จากแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกไม่สามารถบอกตำแหน่งของอิเล็กตรอนที่แน่นอนได้ บอกได้แค่โอกาสที่พบเจอซึ่งบริเวณที่กลุ่มหมอกทึบสามารถอธิบายได้ว่าอย่างไร

ก. บริเวณนั้นมีโอกาสเจออิเล็กตรอนได้มากที่สุด ข. บริเวณนั้นมีพลังงานเยอะที่สุด

ค. บริเวณนั้นไม่มีโอกาสพบอิเล็กตรอน ง. บริเวณนั้นมีความถี่สูงที่สุด

21. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

ก. อิเล็กตรอนจะเปลี่ยนระดับพลังงานเมื่อมีการดูดหรือคายพลังงาน

ข. ไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้

ค. ใช้สมการทางคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์คำนวณหาโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ

ง. บริเวณที่พบอิเล็กตรอนจะพบได้หลายลักษณะเป็นรูปทรงกลม

22. แบบจำลองอะตอมแบบใดที่สามารถนำไปใช้อธิบายสมบัติของอะตอมได้ดีที่สุด

ก. แบบจำลองอะตอมของโบร์ ข. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

ค. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ง. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

$^{A}_{Z}X$

จากรูปที่กำหนดให้ใช้ตอบคำถามข้อ 23

23. จากรูปสัญลักษณ์ X, A และ Z คืออะไร

ก. X คือ เลขมวล, A คือ เลขอะตอม, Z คือ สัญลักษณ์ธาตุ

ข. X คือ เลขอะตอม, A คือ เลขมวล, Z คือ สัญลักษณ์ธาตุ

ค. X คือ สัญลักษณ์ธาตุ, A คือ เลขอะตอม, Z คือ เลขมวล

ง. X คือ สัญลักษณ์ธาตุ, A คือ เลขมวล, Z คือ เลขอะตอม

24. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ A คือ $^{40}_{20}A$ มีจำนวนนิวตรอนและอิเล็กตรอนเท่าใดตามลำดับ

ก. 20 และ 20 ข. 20 และ 40

ค. 20 และ 19 ง. 20 และ 60

25. ข้อใดกล่าว <u>ไม่ถูกต้อง</u>

ก. จำนวนโปรตอนเรียกว่าเลขอะตอม

ข. ธาตุที่มีอะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้ามีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน

ค. ผลรวมของโปรตอนและนิวตรอนเรียกว่าเลขมวล

ง. อะตอมของธาตุชนิดหนึ่งจะมีโปรตอนเฉพาะตัวไม่ซ้ำกับธาตุอื่น ๆ

26. จากตารางจงเติมข้อมูลให้ถูกต้องตามลำดับ

อนุภาค	สัญลักษณ์	ชนิดประจุไฟฟ้า	มวล (กรัม)
อิเล็กตรอน		-	9.11×10^{-28}
โปรตอน	p		1.67×10^{-24}
นิวตรอน	n	0	

ก. e-, +, 9.11×10^{-28} ข. p, +, 1.66×10^{-24}

ค. n, +, 1.66×10^{-24} ง. e-, +, 9.11×10^{-24}

27. ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 37 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนอย่างไร

ก. 2, 8, 8, 18, 1 ข. 2, 8, 18, 8, 1

ค. 2, 8, 18, 8, 2 ง. 2, 18, 8, 8, 1

28. ธาตุ $_{22}X$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักอย่างไร

ก. 2, 8, 8, 1 ข. 2, 8, 8, 2

ค. 2, 8, 8, 3 ง. 2, 8, 8, 4

29. ธาตุ $_{36}X$ อยู่ในหมู่ใด คาบใด ตามลำดับ

ก. หมู่ 8 คาบ 4 ข. หมู่ 7 คาบ 4

ค. หมู่ 6 คาบ 4 ง. หมู่ 5 คาบ 4

30. ธาตุ A มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนดังนี้ $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^4$ ธาตุนี้อยู่หมู่ใดคาบใด

ก. หมู่ 4 คาบ 6 ข. หมู่ 4 คาบ 4

ค. หมู่ 6 คาบ 4 ง. หมู่ 6 คาบ 6

กระดาษคำตอบรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30221

ชื่อ-สกุล .....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด (จำนวน 30 ข้อ)

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ก															
ข															
ค															
ง															

ข้อ	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ก															
ข															
ค															
ง															

30

แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

คำชี้แจง 1. แบบวัดเจตคติมีทั้งหมด 20 ข้อ ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน โดยกำหนดให้

5 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. แบบวัดเจตคติไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด ความคิดเห็นของนักเรียนจากแบบวัดเจตคตินี้เป็นสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติอยู่ประจำ จึงขอให้ตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ด้านความคิดเห็นทั่วไป						
1	เนื้อหาวิชาเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ มีความสนุกและน่าสนใจเมื่อจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR					
2	เนื้อหาวิชาเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ น่าเบื่อ เมื่อจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR					
3	เนื้อหาวิชาเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ ไม่จำเป็นต้องใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR					
4	จัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง และยังเกิดทักษะ ต่าง ๆ					
ด้านการเห็นความสำคัญ						
6	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR พัฒนาให้เกิดองค์ความรู้					
7	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต วิเคราะห์และสรุปความ					
8	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ไม่พัฒนาด้านการคิดเพราะเนื้อหาในเรื่องนี้ยากและมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่ซับซ้อน					
9	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR ไม่พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เพราะสื่อการสอนจะต้องใช้โทรศัพท์มือถือควบคู่ไปด้วย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียน ใช้โทรศัพท์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้มากกว่า					
10	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR สามารถสร้างความรู้ที่นำไปต่อยอดได้					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ด้านความสนใจ						
11	นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR					
12	นักเรียนอยากให้ใช้วิธีการจัดการเรียนการรู้โดยวิธีอื่น					
13	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR เหมาะสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวิชาอื่น					
14	นักเรียนมีความตั้งใจทำกิจกรรมต่าง ๆ					
15	การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR น่าเบื่อ ทำให้เวลาเรียนนักเรียนอยากให้เวลาหมดเร็ว ๆ					
ด้านการนิยมชมชอบ						
16	นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR จำเป็นที่ต่อการเรียนรู้เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ					
17	นักเรียนชอบเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
	ร่วมกับ AR เพราะสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตได้					
18	นักเรียนรอคอยที่จะเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR					
19	นักเรียนชักจูงเพื่อน ๆ ให้เรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR					
20	นักเรียนจะรู้สึกกังวลเมื่อต้องเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7Es ร่วมกับ AR					

ภาคผนวก ค

- ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์แบบประเมินเจตคติ

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอะตอมและทอมสัน

รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	**ความคิดของผู้เชี่ยวชาญ**					**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**			
1.สาระสำคัญ	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.สาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.กระบวนการเรียนรู้ - การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม	4.9	4.7	4.7	4	4	4.46	0.43	เหมาะสมมากที่สุด
6.สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
7.การวัดและการประเมินผล	4	4	5	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
รวม	**33.9**	**33.7**	**34.7**	**28**	**28**	**4.52**	**0.52**	**เหมาะสมมากที่สุด**

ตารางที่ ค-2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	**ความคิดของผู้เชี่ยวชาญ**					**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**			
1.สาระสำคัญ	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.สาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.กระบวนการเรียนรู้ - การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม	4.6	4.7	4.4	4	4	4.34	0.33	เหมาะสมมากที่สุด
6.สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
7.การวัดและการประเมินผล	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากสุด
รวม	**34.6**	**34.7**	**34.4**	**28**	**28**	**4.56**	**0.52**	**เหมาะสมมากที่สุด**

ตารางที่ ค-3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์

รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	**ความคิดของผู้เชี่ยวชาญ**					**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**			
1.สาระสำคัญ	4	5	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3.สาระการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.กระบวนการเรียนรู้ - การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม	5	4.7	4.9	4	4	4.50	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
6.สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
7.การวัดและการประเมินผล	4	5	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากสุด
รวม	**31**	**34.7**	**34.9**	**30**	**28**	**4.53**	**0.52**	**เหมาะสมมากที่สุด**

ตารางที่ ค-4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 4 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	**ความคิดของผู้เชี่ยวชาญ**					**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**			
1.สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2.ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.สาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.กระบวนการเรียนรู้ - การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม	5	4.7	4.7	4	4	4.48	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6.สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
7.การวัดและการประเมินผล	5	4	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากสุด
รวม	**35**	**33.7**	**34.7**	**30**	**28**	**4.61**	**0.51**	**เหมาะสมมากที่สุด**

ตารางที่ ค-5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 5 เรื่อง อนุภาคในอะตอม

รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	**ความคิดของผู้เชี่ยวชาญ**					**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**			
1.สาระสำคัญ	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.สาระการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.กระบวนการเรียนรู้ - การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม	4.9	4.7	4.7	4	4	4.46	0.43	เหมาะสมมากที่สุด
6.สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
7.การวัดและการประเมินผล	5	4	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากสุด
รวม	33.9	33.7	34.7	29	28	4.55	0.53	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-6 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 6 เรื่อง สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ไอโซโทป ไอโซโทน ไอโซบาร์

รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	**ความคิดของผู้เชี่ยวชาญ**					**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**			
1.สาระสำคัญ	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.กระบวนการเรียนรู้ - การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม	4.9	4.9	4.9	4	4	4.54	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
6.สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
7.การวัดและการประเมินผล	4	5	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากสุด
รวม	**33.9**	**33.9**	**34.9**	**29**	**28**	**4.56**	**0.53**	**เหมาะสมมากที่สุด**

ตารางที่ ค-7 การวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) แผนที่ 7 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน

รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	**ความคิดของผู้เชี่ยวชาญ**					**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**			
1.สาระสำคัญ	4	5	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.กระบวนการเรียนรู้ - การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม	4.7	4.9	4.7	4	4	4.50	0.43	เหมาะสมมากที่สุด
6.สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
7.การวัดและการประเมินผล	4	5	5	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากสุด
รวม	**31.7**	**33.9**	**34.7**	**30**	**28**	**4.52**	**0.52**	**เหมาะสมมากที่สุด**

จากตาราง ผลค่าเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน สรุปได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

ตารางที่ ค-8 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้ถูกต้องพร้อมบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมมีการเปลี่ยนแปลง	1	1	1	1	1	1	1
	4	-1	1	1	1	1	1
2. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของดอลตันได้	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1
3. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้	5	1	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	1
	11	1	1	1	1	1	1
	15	1	1	1	1	1	1
4. นักเรียนสืบค้นข้อมูลการทดลองของทอมสันได้ถูกต้อง	7	1	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1	1
	9	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1
5. นักเรียนสืบค้นข้อมูลแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	12	1	1	1	1	1	1
	13	1	1	1	1	1	1
	14	1	1	1	1	1	1
	16	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ ค-8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
6. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	19	1	1	1	1	1	1
	24	1	1	1	1	1	1
7. นักเรียนสามารถอธิบายการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	17	1	1	1	1	1	1
	18	1	1	1	1	1	1
	20	1	1	1	1	1	1
	21	1	1	1	1	1	1
	22	1	1	1	1	1	1
	23	1	1	1	1	1	1
8. นักเรียนสืบค้นข้อมูลการค้นพบของรัทเทอร์ฟอร์ดที่แสดงให้เห็นถึง ข้อขัดแย้งหรือข้อสนับสนุนตามแนวคิดของทอมสัน	25	1	1	1	1	1	1
	26	1	1	1	1	1	1
	27	1	1	1	1	1	1
	28	1	1	1	1	1	1
9.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของโบร์ได้ถูกต้อง	37	1	1	1	1	1	1
	38	1	1	1	1	1	1
	39	1	1	1	1	1	1
	40	1	1	1	1	1	1
10. นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอนในแบบจำลองอะตอมของโบร์	29	1	1	1	1	1	1
	32	1	1	1	1	1	1
	35	1	1	1	1	1	1
	36	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ ค-8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
11. นักเรียนทำการทดลองบันทึกผลและอภิปรายผลของการทดลองเรื่องสเปกตรัมที่สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานเป็นการนำไปสู่การสร้างแบบจำลองอะตอมของ นีลโบร์	30	1	1	1	1	1	1
	31	1	1	1	1	1	1
12. นักเรียนสามารถคำนวนหาค่าพลังงานของเส้นสเปกตรัมได้	33	1	1	1	1	1	1
	34	1	1	1	1	1	1
13.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้	42	1	1	1	1	1	1
	43	1	1	1	1	1	1
14.นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของการเกิดแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้	41	1	1	1	1	1	1
	44	1	1	1	1	1	1
15. นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลสาเหตุของการเกิดอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้ถูกต้อง	45	1	1	1	1	1	1
	46	1	1	1	1	1	1
16. นักเรียนสามารถบอกความหมายและอธิบายคุณสมบัติของอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมได้	52	1	1	1	1	1	1
	53	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ ค-8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
17. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องความแตกต่างระหว่างอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมและเขียนแสดงประจุไฟฟ้า มวลของอนุภาคแต่ละชนิดในอะตอมได้	47	1	1	1	1	1	1
	51	1	1	1	1	1	1
18. นักเรียนบอกจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน จากสัญลักษณ์และบอกความหมายของไอโซโทป ไอโซโทนและไอโซบาร์ได้	48	1	1	1	1	1	1
	60	1	1	1	1	1	1
19.นักเรียนเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน	49	1	1	1	1	1	1
	50	1	1	1	1	1	1
20. นักเรียนบอกความหมายของระดับพลังงานหลัก พลังงานย่อย และออร์บิทอล และนักเรียนอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมได้	54	1	1	1	1	1	1
	57	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ ค-8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
21. นักเรียนจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมได้พร้อมกับระบุหมู่และคาบของธาตุจากการจัดเรียงอิเล็กตรอนได้	55	1	1	1	1	1	1
	56	1	1	1	1	1	1
	58	1	1	1	1	1	1
	59	1	1	1	1	1	1

จากตาราง เมื่อวิเคราะห์ผลคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านแล้ว ได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้คือ 1.00

ตารางที่ ค-9 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	ค่า p	ค่า B	แปลผล	ข้อที่เลือก	ข้อที่	ค่า p	ค่า B	แปลผล	ข้อที่เลือก
1	0.72	0.22	ใช้ได้	✓	25	0.61	0.22	ใช้ได้	✓
2	0.78	0.33	ใช้ได้	-	26	0.86	0.17	ตัดทิ้ง	-
3	0.72	0.22	ใช้ได้	✓	27	0.78	0.33	ใช้ได้	-
4	0.72	0.33	ใช้ได้	-	28	0.72	0.22	ใช้ได้	✓
5	0.80	0.28	ใช้ได้	✓	29	0.67	0.22	ใช้ได้	✓
6	0.83	0.00	ตัดทิ้ง	-	30	0.80	0.05	ตัดทิ้ง	-
7	0.72	0.22	ใช้ได้	-	31	0.72	0.22	ใช้ได้	✓
8	0.80	0.28	ใช้ได้	✓	32	0.86	0.05	ตัดทิ้ง	-
9	0.80	0.05	ตัดทิ้ง	-	33	0.72	0.00	ตัดทิ้ง	-
10	0.52	0.05	ตัดทิ้ง	-	34	0.67	0.22	ใช้ได้	✓
11	0.75	0.28	ใช้ได้	✓	35	0.92	0.05	ตัดทิ้ง	-
12	0.53	0.05	ตัดทิ้ง	-	36	0.67	0.22	ใช้ได้	✓
13	0.78	0.33	ใช้ได้	✓	37	0.80	0.17	ตัดทิ้ง	-
14	0.78	0.00	ตัดทิ้ง	-	38	0.78	0.22	ใช้ได้	✓
15	0.80	0.28	ใช้ได้	✓	39	0.64	0.28	ใช้ได้	-
16	0.86	0.17	ตัดทิ้ง	-	40	0.67	0.22	ใช้ได้	✓
17	0.67	0.44	ใช้ได้	-	41	0.72	0.22	ใช้ได้	✓
18	0.69	0.28	ใช้ได้	✓	42	0.83	0.22	ใช้ได้	-
19	0.80	0.05	ตัดทิ้ง	-	43	0.67	0.22	ใช้ได้	✓
20	0.67	0.22	ใช้ได้	✓	44	0.78	0.11	ตัดทิ้ง	-
21	0.75	0.28	ใช้ได้	✓	45	0.78	0.33	ใช้ได้	-
22	0.64	0.17	ตัดทิ้ง	-	46	0.67	0.44	ใช้ได้	✓
23	0.69	0.39	ใช้ได้	✓	47	0.69	0.39	ใช้ได้	✓
24	0.80	0.39	ใช้ได้	-	48	0.80	0.28	ใช้ได้	✓

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า p	ค่า B	แปลผล	ข้อที่เลือก
49	0.53	0.39	ใช้ได้	✓
50	0.83	0.33	ตัดทิ้ง	-
51	0.78	0.22	ใช้ได้	✓
52	0.72	0.33	ใช้ได้	✓
53	0.78	0.22	ใช้ได้	✓
54	0.61	0.44	ใช้ได้	✓
55	0.72	0.33	ใช้ได้	✓
56	0.56	0.00	ตัดทิ้ง	-
57	0.75	0.05	ตัดทิ้ง	-
58	0.72	0.22	ใช้ได้	✓
59	0.67	0.33	ใช้ได้	-
60	0.78	0.33	ใช้ได้	-
ค่าความเชื่อมั่น = 0.78				

หมายเหตุ ✓คือ ข้อที่เลือกเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่า IOC และให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

จากตาราง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.52-0.92 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.44 โดยข้อที่เลือกเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า IOC คือ 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.53 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.44 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

ตารางที่ ค-10 ผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	12	23	22	8	25
2	10	26	23	4	22
3	4	24	24	9	28
4	11	25	25	6	26
5	16	28	26	11	24
6	6	26	27	8	21
7	13	26	28	7	21
8	7	27	29	7	23
9	9	26	30	13	28
10	9	24	31	7	26
11	9	26	32	10	26
12	7	26	33	6	26
13	5	22	34	10	21
14	11	23	35	7	25
15	12	22	36	8	23
16	7	25	37	6	24
17	4	26	38	6	26
18	6	25	39	3	22
19	8	27	40	6	25
20	3	26	41	8	24
21	9	21	42	4	22
			43	11	27
รวม	**1059**		**เฉลี่ย**	**24.67**	

จากตาราง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.98 คะแนน และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.67

ตารางที่ ค-11 คะแนนการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แบบเดี่ยว)

นักเรียนคนที่	**คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วย (15 คะแนน)**	**คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)**
1	9	18
2	8	15
3	11	20
รวม	28	53
เฉลี่ย	9.33	17.67

จากตารางจะได้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

$$= \frac{9.33}{15} \times 100$$

$$= 62.22$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

$$= \frac{17.67}{30} \times 100$$

$$= 58.90$$

ตารางที่ ค-12 คะแนนการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แบบกลุ่ม)

นักเรียนคนที่	**คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วย (15 คะแนน)**	**คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)**
1	13	25
2	13	24
3	14	26
4	11	20
5	13	22
6	10	19
7	11	18
8	12	20
9	11	22
10	13	24
รวม	**121**	**220**
เฉลี่ย	**12.1**	**22**

จากตารางจะได้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

$$= \frac{12.1}{15} \times 100$$

$$= 80.67$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

$$= \frac{\frac{22}{30}}{} \times 100$$

$$= 73.33$$

ตารางที่ ค-13 คะแนนการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ภาคสนาม)

นักเรียนคนที่	คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วย (15 คะแนน)	คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
1	11	23
2	11	26
3	10	24
4	12	25
5	12	28
6	11	26
7	13	26
8	13	27
9	14	26
10	13	24
11	12	26
12	13	26
13	10	22
14	14	23
15	14	22
16	13	25
17	12	26
18	10	25
19	12	27
20	13	26
21	13	21
22	13	25

ตารางที่ ค-13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วย (15 คะแนน)	คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
23	12	22
24	10	28
25	13	26
26	13	24
27	14	21
28	12	21
29	13	23
30	14	28
31	14	26
32	12	26
33	10	26
34	12	21
35	13	25
36	14	23
37	13	24
38	12	26
39	14	22
40	13	25
41	13	24
42	12	22
43	13	27
รวม	535	1059
เฉลี่ย	**12.12**	**24.63**

จากตารางจะได้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

$$= \frac{12.44}{15} \times 100$$

$$= 82.94$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

$$= \frac{24.63}{30} \times 100$$

$$= 82.09$$

ตารางที่ ค-14 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

หัวข้อรายการประเมิน	รายการประเมินข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality)	1	+1	+1	+1	+1	+1	1
	2	0	+1	+1	+1	+1	0.80
	3	+1	+1	-1	+1	+1	1
	4	+1	+1	+1	+1	+1	1
	5	+1	+1	+1	+1	+1	1
ด้านการเห็นความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality)	6	+1	+1	+1	+1	+1	1
	7	+1	+1	+1	+1	+1	1
	8	+1	+1	+1	+1	+1	1
	9	+1	+1	0	+1	+1	0.80
	10	+1	+1	+1	+1	+1	1
ด้านความสนใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality)	11	+1	+1	+1	+1	+1	1
	12	+1	+1	+1	+1	+1	1
	13	+1	+1	+1	+1	+1	1
	14	+1	+1	+1	+1	+1	1
	15	+1	+1	0	+1	+1	0.80
ด้านการนิยมชมชอบต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality)	16	+1	+1	+1	+1	+1	1
	17	+1	+1	+1	+1	+1	1
	18	+1	+1	+1	+1	+1	1
	19	+1	+1	+1	+1	+1	1
	20	+1	+1	0	+1	+1	0.80

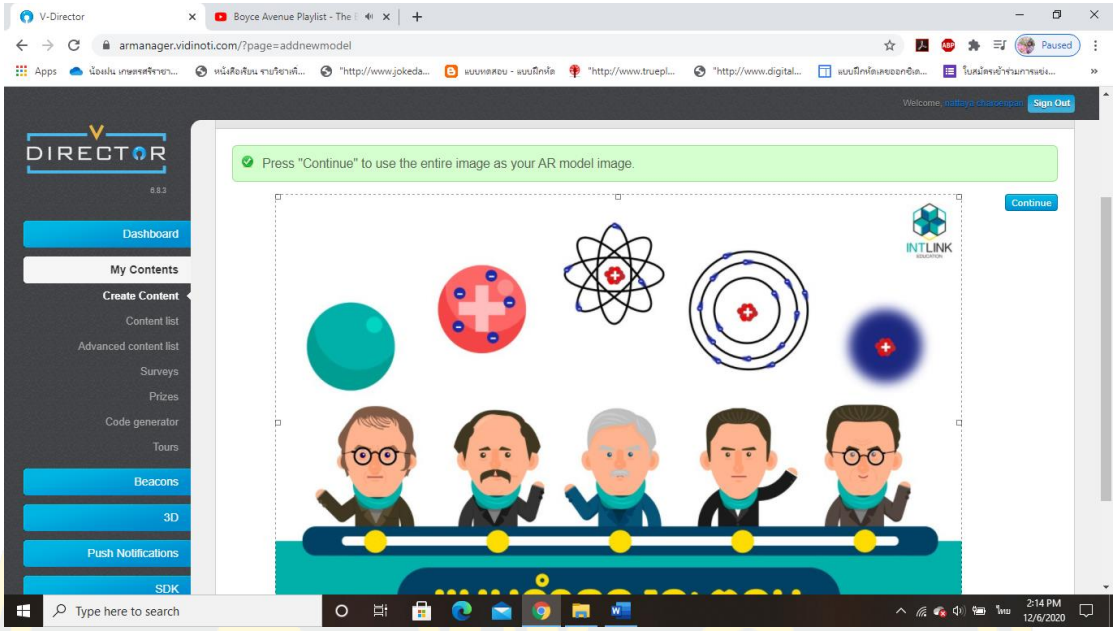
จากตารางแบบวัดเจตคติมีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

ตารางที่ ค-15 วิเคราะห์ค่าอำจาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

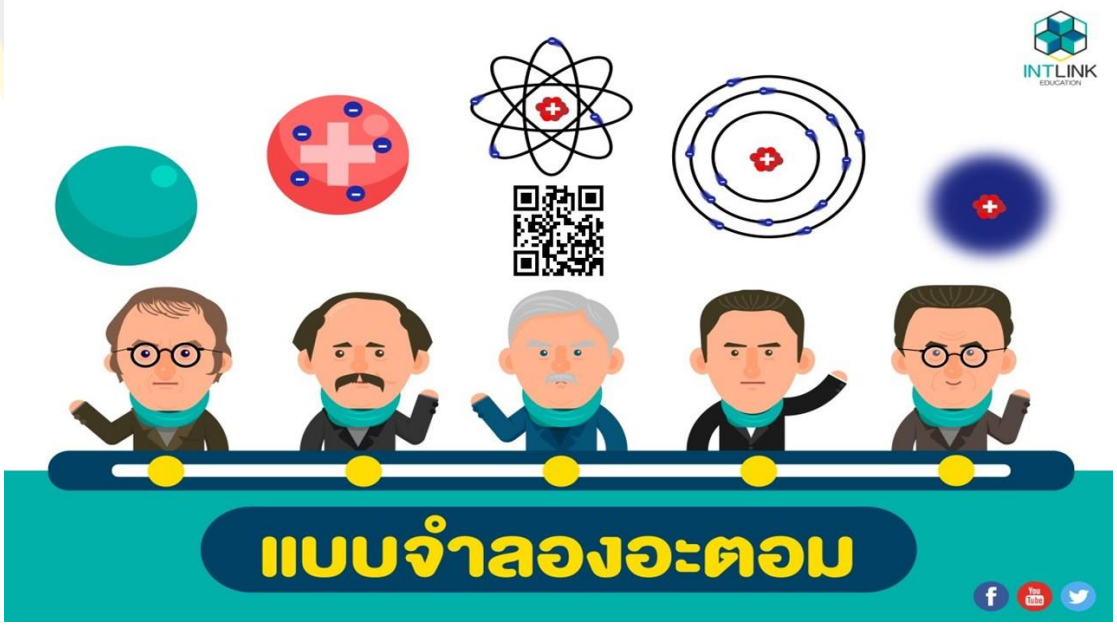
ข้อคำถามข้อที่	**ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ**
1	0.34
2	0.45
3	0.56
4	0.32
5	0.41
6	0.23
7	0.47
8	0.47
9	0.34
10	0.42
11	0.25
12	0.32
13	0.37
14	0.34
15	0.39
16	0.53
17	0.64
18	0.53
19	0.40
20	0.43
ค่าความเชื่อมั่น สัมประสิทธิ์อัลฟา (α-Coefficient) = 0.80	

ภาคผนวก ง

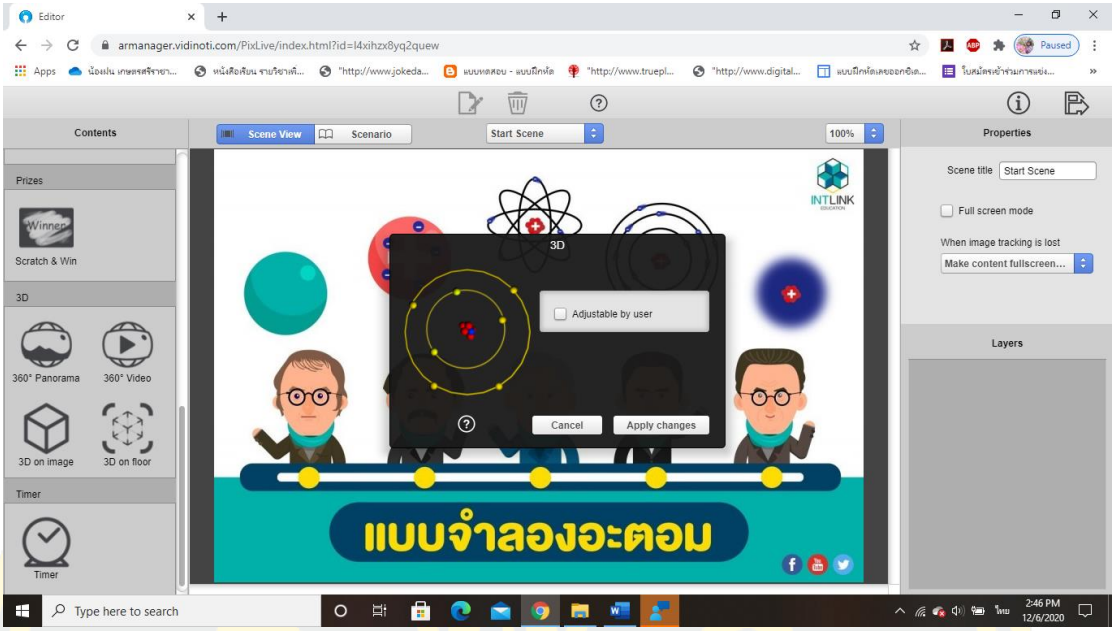
- ตัวอย่างสื่อการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ



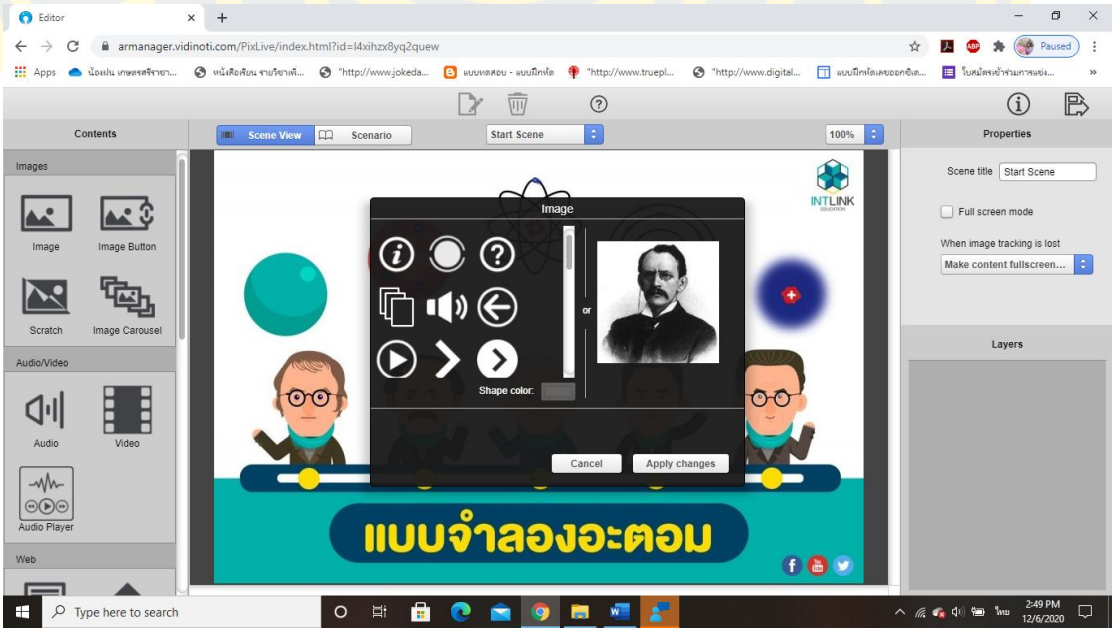
ภาพที่ ง-1 การสร้างรูปเพื่อใช้เป็นมาร์คเกอร์สแกนเข้าใช้งาน



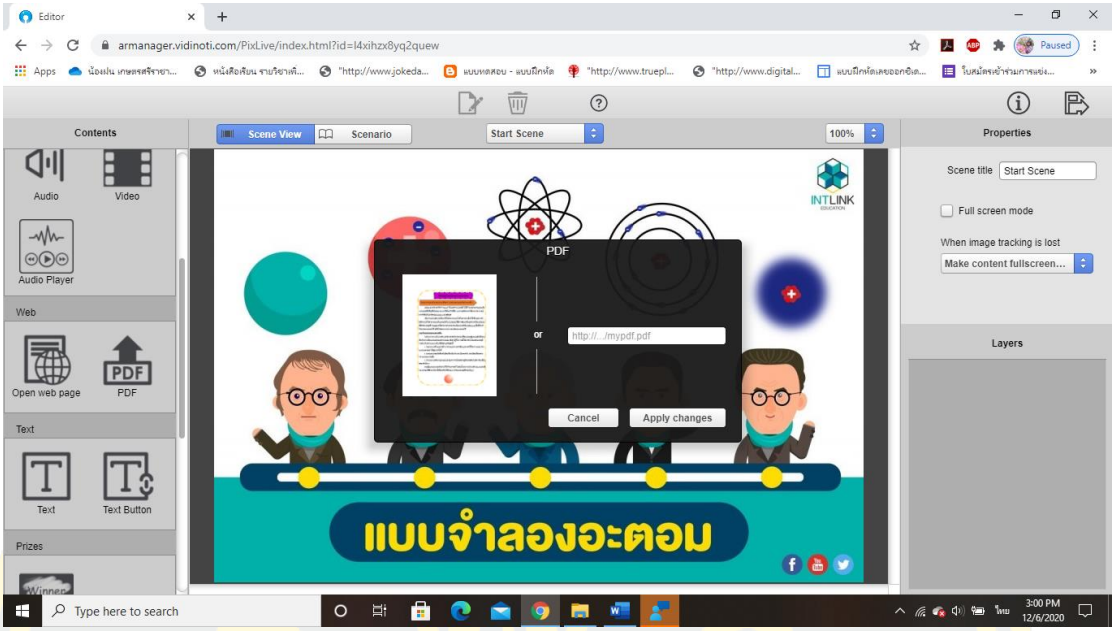
ภาพที่ ง-2 มาร์คเกอร์สแกนเข้าใช้งาน



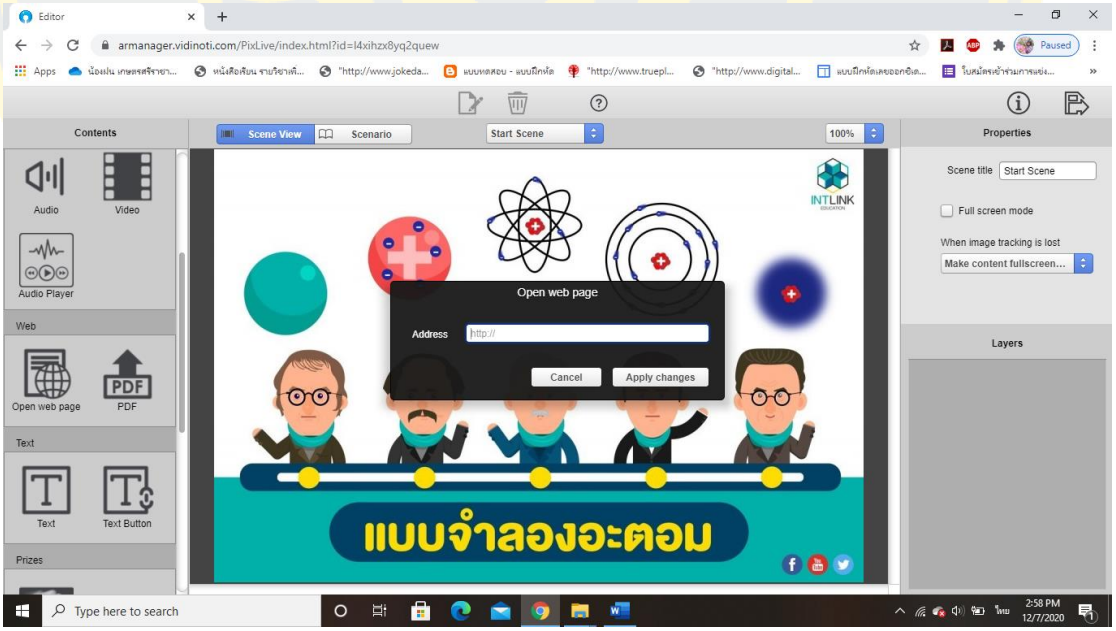
ภาพที่ ง-3 ขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (การเพิ่มภาพ 3 มิติของแบบจำลองอะตอม)



ภาพที่ ง-4 ขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (การเพิ่มภาพ 2 มิติ)

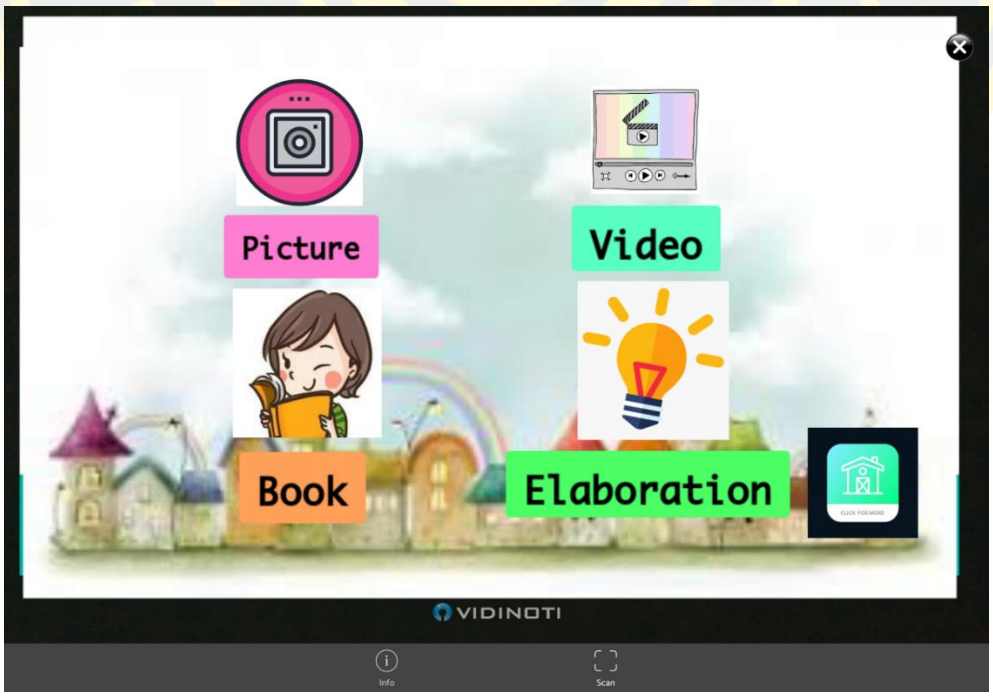


ภาพที่ ง-5 ขั้นตอนการสร้าวเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (การเพิ่มใบความรู้)



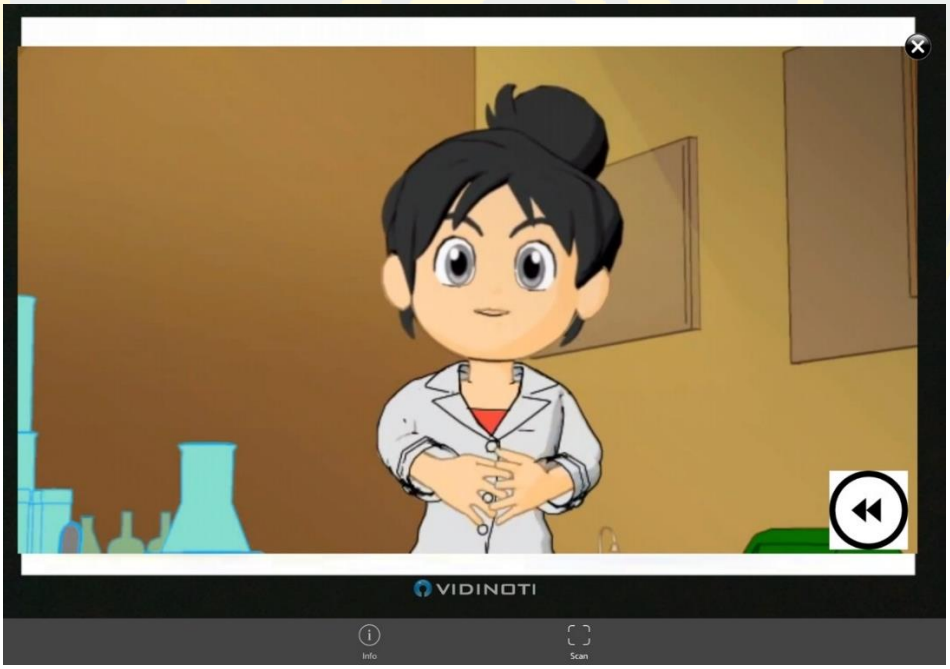
ภาพที่ ง-6 ขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (การเพิ่มแบบฝึกหัดออนไลน์)

ภาพที่ ง-7 การสแกนมาร์คเกอร์ครั้งแรกของการใช้งาน ซึ่งจะเจอเครื่องหมายสำหรับเข้าเรียนในแต่ละแบบจำลองอะตอม

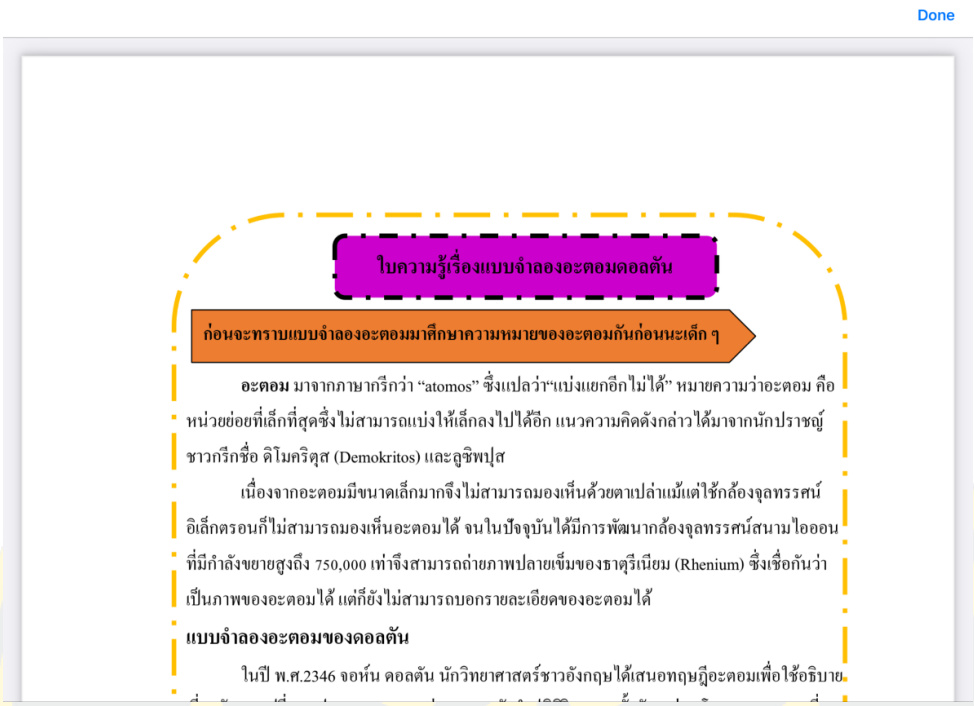


ภาพที่ ง-8 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (แถบเครื่องมือเข้าเรียนรู้ต่าง ๆ)

ภาพที่ ง-9 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (ภาพ 3 มิติแบบจำลอง)

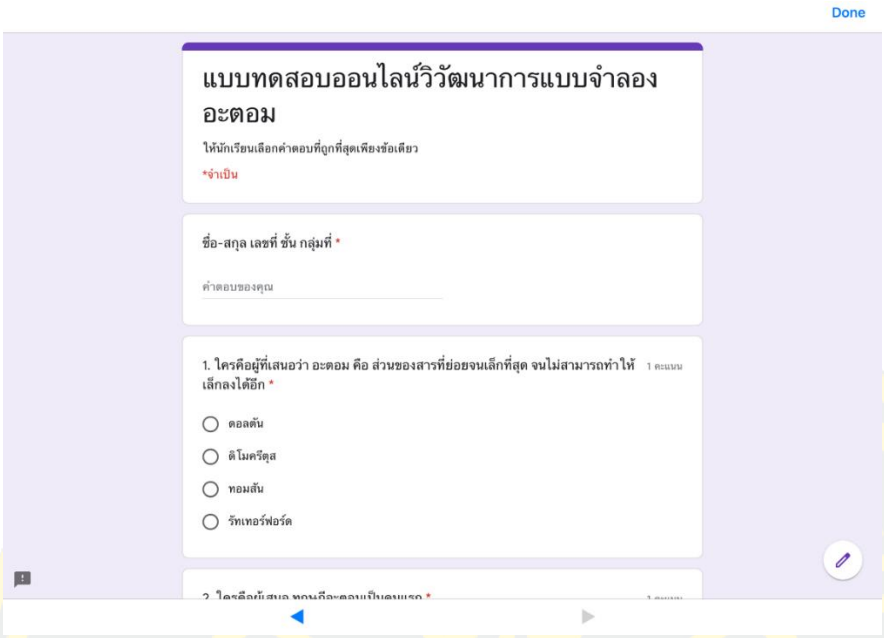


ภาพที่ ง-10 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (ภาพพร้อมเสียงประกอบ)



ภาพที่ ง-11 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (ใบความรู้)

ภาพที่ ง-12 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (ภาพพร้อมเสียงประกอบ)



ภาพที่ ง-13 เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (แบบฝึกหัดออนไลน์)

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฐญา เจริญพันธ์
วัน เดือน ปี เกิด	22 พฤศจิกายน 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	148 หมู่ 5 ตำบลลานสกา อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2561 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2564 การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา