

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี  
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
พฤษภาคม 2555

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี  
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
พฤษภาคม 2555  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี  
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
พฤษภาคม 2555

ธัญญรัตน์ สุภษร (2555). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์:  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะยูโซ๊ะ กูโน.

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน โรงเรียนนาแห้ววิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยแบบแผนการวิจัยที่ใช้คือ One-Group Pretest-Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



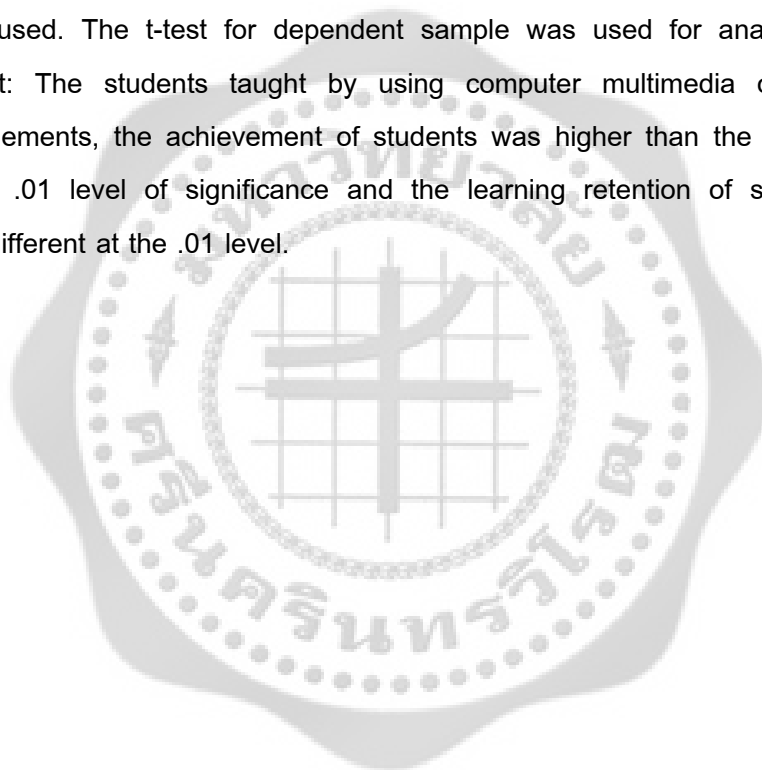
THE DEVELOPMENT OF COMPUTER MULTIMEDIA ON TRANSITION AND  
RADIOACTIVE ELEMENTS TO ENHANCE ACHIEVEMENT AND LEARNING RETENTION  
FOR TENTH GRADE STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the  
Master of Education Degree in Chemistry  
at Srinakharinwirot University  
May 2012

Thanyarat Supason. (2012). *The Development of Computer Multimedia on Transition and Radioactive Elements to Enhance Achievement and Learning Retention for Tenth Grade Students*. Master's Project, M.Ed. (Chemistry). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Assist. Prof. Dr. Mayuso Kuno.

The purpose of this research was to study achievement and learning retention for Tenth Grade students by using computer multimedia on transition and radioactive elements. 38 students in Tenth Grade in the second semester of the academic year 2011 were selected from Nahaewwittaya school as a sample group. The one group Pretest-Posttest design was used. The t-test for dependent sample was used for analysis. The results revealed that: The students taught by using computer multimedia on transition and radioactive elements, the achievement of students was higher than the result of previous study at the .01 level of significance and the learning retention of students were not significantly different at the .01 level.



อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ  
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและ  
ธาตุกัมมันตรังสี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ วิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาเคมี ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะยุไช้ ภูโน)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ ชัยนะกุล)

คณะกรรมการสอบ

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะยุไช้ ภูโน)

ประธาน

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ ชัยนะกุล)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรพิมล ประยงค์พันธ์)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาเคมี ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร มากตุ่น)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน พฤษภาคม พ.ศ.

2555

## ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากการให้คำแนะนำ และคำปรึกษา ตลอดจนการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยูโซ๊ะ กูโน อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และคณะกรรมการตรวจสอบสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ ชัยนะกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรพิมล ประยงค์พันธ์ ทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ในด้านต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำสารนิพนธ์แก่ผู้วิจัย ในการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์พัชรี รมพยอม อาจารย์สุกัญญา หงส์ทอง และอาจารย์ดาวใจ พิมพ์เสนา ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำในการแก้ไข ปรับปรุง ตลอดจนการตรวจสอบและประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและบุคลากรโรงเรียนนาแห้ววิทยาทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ ความร่วมมือ สนับสนุน และอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ในการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคนที่คอยสนับสนุน ช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆนิสิตปริญญาโท กศ.ม. สาขาวิชาเคมี และเพื่อนๆนิสิตปริญญาตรี วท.บ. เคมี รุ่น 25 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำและเป็นกำลังใจในการทำสารนิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแต่บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะทางการศึกษา ตลอดจนสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

ธัญญรัตน์ สุภษร



## สารบัญ

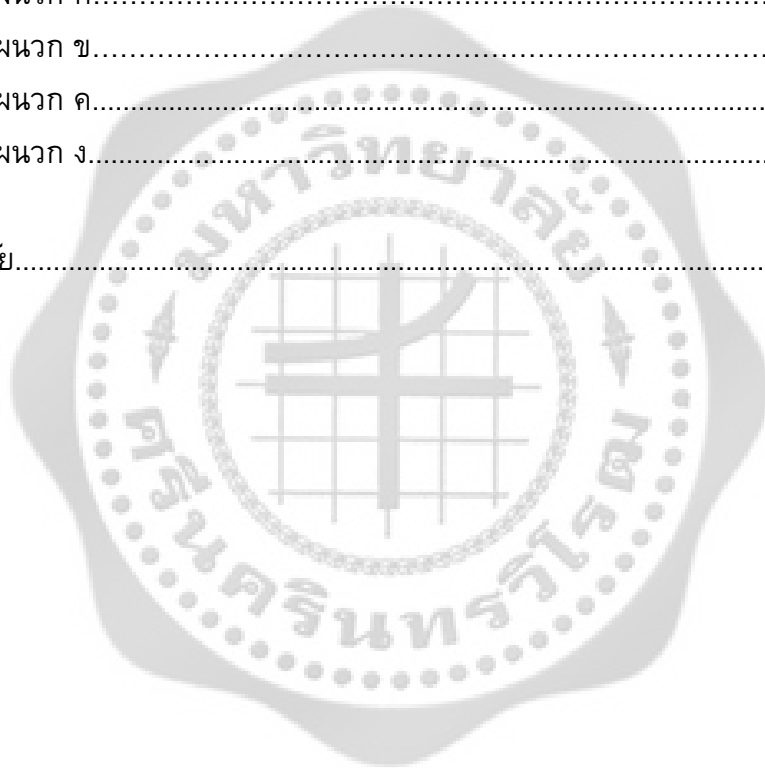
บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3.....	8
โครงสร้างของหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3.....	8
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด .....	9
คุณภาพผู้เรียน.....	17
การสอนเรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี.....	18
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	19
ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	19
รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	19
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	20
ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	23
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์.....	24
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	24
ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	26
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	26

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้.....	27
ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้.....	28
ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ จดจำ และการลืม.....	28
การวัดความคงทนในการเรียนรู้.....	31
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
งานวิจัยในประเทศ.....	32
งานวิจัยต่างประเทศ.....	33
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	35
การกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	35
การกำหนดระยะเวลาในการวิจัย.....	36
การกำหนดแบบแผนการวิจัย.....	36
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	36
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	38
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	39
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	43
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	43
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	43
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	46
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	46
สมมติฐานของการวิจัย.....	46
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	46
สรุปผลการวิจัย.....	49
อภิปรายผล.....	50

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
ข้อเสนอแนะ.....	52
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	57
ภาคผนวก ก.....	58
ภาคผนวก ข.....	61
ภาคผนวก ค.....	66
ภาคผนวก ง.....	71
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	101



## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐาน ว 3.1 และมาตรฐาน ว 3.2.....	11
2 แบบแผนการวิจัย.....	36
3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและ ธาตุกัมมันตรังสี.....	45
4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี หลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์.....	46
5 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและ ธาตุกัมมันตรังสี โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	64
6 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและ ธาตุกัมมันตรังสี โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา.....	65
7 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสี.....	67
8 ตารางแสดงความคงทนในการเรียนรู้ หลังเรียนและเมื่อเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสี.....	69

# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้แพร่หลายเข้ามาในวงการศึกษาเป็นอย่างมาก ครูผู้สอนได้นำคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเข้าไปใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งนับได้ว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่ง ที่สร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน เพราะมีสีสัน ภาพ เสียง และผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้ อีกทั้งเป็นประโยชน์ต่อบทเรียนที่ซับซ้อนเข้าใจยาก ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนกระจ่างและชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ทั้งในและนอกเวลาเรียน ผู้เรียนที่สามารถเรียนได้ซำก็ยังสามารถใช้ทบทวนความรู้และสร้างความเข้าใจด้วยตนเองได้ การนำคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเข้าไปใช้ในบทเรียนจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสื่อที่หลากหลาย ทันสมัย และน่าสนใจ ซึ่งส่งผลดีต่อการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ (สุคนธ์ สินธพานนท์. 2551: 71)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และสามารถวิจารณ์ได้ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นนวัตกรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ 2551: 1)

ประเทศไทยมุ่งเน้นในการนำไอซีที (ICT) มาใช้ในการเรียนการสอนซึ่งปรากฏอย่างชัดเจนในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา นอกจากนี้ยังปรากฏกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ (T 2010) ประกาศเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2544 ได้กำหนดให้การพัฒนาไอซีทีในภาคการศึกษา (e-Education) เป็นหนึ่งในห้าองค์ประกอบหลักที่สนับสนุนการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้ตามแนวของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 โดยที่รัฐบาลตระหนักว่า ไอซีทีเป็นเครื่องมือสำคัญในการก้าวสู่ยุคข่าวสารข้อมูล การใช้ไอซีทีที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสังคมไทยไปสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ที่สนองต่อคุณภาพชีวิตโดยตรง เทคโนโลยีการเรียนรู้จะช่วยปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของเด็กไทยในศตวรรษที่ 21 โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อช่วยเปลี่ยนสังคมไทยไปสู่สังคมการเรียนรู้ การประกันโอกาส

ของผู้เรียนในการเข้าถึงการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเชื่อมโยงสังคมไทยเข้าสู่สังคมเศรษฐกิจบนพื้นฐานของความรู้ ตามแผนแม่บทของการศึกษาแห่งชาติ และการกำหนดนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อสอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษา โดยมีการใช้ไอซีทีในสถาบันการศึกษาทั้งหมดและมีการวางเป้าหมายสำคัญในปี พ.ศ. 2548 ให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสใช้ไอซีทีเพื่อการเรียนรู้ตามประสิทธิภาพที่พอเพียงอย่างทั่วถึงกัน (กิดานันท์ มลิทอง. 2548: 93-94)

วิชาเคมีเป็นสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งด้านการพัฒนาเทคโนโลยี เศรษฐกิจและคุณภาพชีวิต ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีจึงมีความสำคัญมาก เพราะการจัดการเรียนการสอนที่ดี มีประสิทธิภาพ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

การเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นความรู้ ที่ได้มีการทำการทดลองและสะสมสืบต่อมาจากอดีต จนถึงปัจจุบันที่ได้มีการนำเอาความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 จะเห็นว่าเนื้อหาวิชาเคมีในเรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีนั้น ประกอบด้วย การสืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ การวิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา และอธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนแบบปกติ ที่ผู้สอนใช้วิธีการบรรยายเนื้อหา เพื่อให้ให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้นั้น อาจจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ค่อนข้างยาก ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ขาดความสนใจและตั้งใจเรียน จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ในปัจจุบันจึงได้มีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนให้มีความหลากหลายมากขึ้น มีการนำเอาสื่อการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศต่างๆ เข้ามาใช้ เช่น ภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ เสียงบรรยาย เสียงดนตรี ซึ่งสื่อเหล่านี้จะสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และสนใจที่จะสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีความคงทนในการเรียนรู้

## ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติคุณกัมมันตรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติคุณกัมมันตรังสีที่พัฒนาขึ้นในด้านต่อไปนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติคุณกัมมันตรังสี

2.2 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากได้เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติคุณกัมมันตรังสี

## ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติคุณกัมมันตรังสี ที่ใช้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติคุณกัมมันตรังสี

3. ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติคุณกัมมันตรังสี

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนาแห้ว วิทยา อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนนาแห้ว วิทยา อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 จำนวน 1 ห้องเรียน 38 คน ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติคุณกัมมันตรังสี

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

- 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี
- 2.2 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี

### เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชา เคมีเพิ่มเติม เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ตรงตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ
2. วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา
3. อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 ธาตุแทรนซิชัน

หน่วยที่ 2 ธาตุกัมมันตรังสี

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้เวลาดทดลอง 9 คาบ คาบละ 50 นาที

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น ในรูปแบบของโปรแกรมการนำเสนอผลงานทาง คอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมหลัก ใช้โปรแกรมCrocodile Chemistry สำหรับสาธิตการทดลองทางเคมี และโปรแกรม Flash ในการสร้างวิดีโอ นอกจากนี้ยังมีการใช้ภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ประกอบบทเรียนให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้บรรลุตามจุดประสงค์ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ธาตุแทรนซิชัน

หน่วย การเรียนรู้ที่ 2 ธาตุกัมมันตรังสี



**2. แผนการจัดการเรียนรู้** หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ โดยการสอดแทรกบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ( 5E) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

**ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** หมายถึง การที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่กำลังจะเรียน ซึ่งเป็นข้อคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น หรืออาจเริ่มจากความสนใจของนักเรียนเอง ในขั้นนี้ครูอาจใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแสดงภาพ หรือเหตุการณ์ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

**ขั้นสำรวจและค้นหา ( Exploration)** หมายถึง การที่นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วมีการวางแผนกำหนดแนวทางการตรวจสอบ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจนั้น

**ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ( Explanation)** หมายถึง การที่นักเรียนได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล เพื่อลงข้อสรุป ในขั้นนี้ครูจะใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียประกอบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลที่ครอบคลุมเนื้อหาและตรงกับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้มากขึ้น

**ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** หมายถึง การที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ศึกษาจากขั้นที่ผ่านมา ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ในขั้นนี้ครูจะใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อนำเสนอเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปแก้ปัญหา

**ขั้นประเมิน ( Evaluation)** หมายถึง การที่ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่าเป็นไปตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้หรือไม่ นักเรียนมีความรู้เข้าใจ มากน้อยเพียงใด

**3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน** หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งวัดจากคะแนนการตอบคำถามในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มาจากงานวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยเน้นการจัดระบบความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ (จรรุพรุทเทวิน. 2547)

**4. ความคงทนในการเรียนรู้** หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียนรู้หรือความสามารถที่จะระลึกถึงเนื้อหาวิชา หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เคยเรียนมา หลังจากได้ทิ้งระยะเวลาไว้ 2 สัปดาห์

### สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกับคะแนนหลังเรียน

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

#### 1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

1.1 โครงสร้างของหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

1.2 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1.3 คุณภาพผู้เรียน

1.4 การสอนเรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี

#### 2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.2 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.4 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

#### 3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้

4.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

4.2 ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ จดจำ และการลืม

4.3 การวัดความคงทนในการเรียนรู้

#### 5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

### 1.1 โครงสร้างของหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระที่สำคัญไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1)

1.1.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

1.1.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

1.1.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

1.1.4 แรงแและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆในชีวิตประจำวัน

1.1.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.1.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

1.1.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.1.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

## 1.2 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

### 1.2.1 สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 1.2.2 สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ โลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### 1.2.3 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 1.2.4 สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจหลักการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### 1.2.5 สารที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### 1.2.6 สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### 1.2.7 สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### 1.2.8 สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

โดยสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน ว 3.1 และ มาตรฐาน ว 3.2 ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐาน ว 3.1 และมาตรฐาน ว 3.2

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐาน ว 3.1 และมาตรฐาน ว 3.2

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสาร กับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>1. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย โครงสร้างอะตอม และ สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ</p> <p>2. วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา</p> <p>3. อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ</p>	<p>• นักวิทยาศาสตร์ใช้ ข้อมูลจากการศึกษา โครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง</p> <p>• อะตอมประกอบไปด้วย อนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนในนิวเคลียส เรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน เรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่างๆของธาตุ</p> <p>• อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ จะจัดเรียงอยู่ในระดับพลังงานต่างๆและในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอนเป็นค่าเฉพาะ</p> <p>• อิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดจะแสดงสมบัติบางประการของธาตุ เช่น ความเป็นโลหะ อโลหะ และเกี่ยวข้องกับ การเกิดปฏิกิริยาของธาตุนั้น</p> <p>• ตารางธาตุปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและอาศัยสมบัติที่คล้ายกัน ทำให้สามารถทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุได้</p>

## ตาราง 1 (ต่อ)

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>4. วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสาร</p> <p>5. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลวและสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่า พันธะเคมี</li> <li>• พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ</li> <li>• จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร มีความเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น สารที่อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวหรือพันธะเคมีที่แข็งแรง จะมีจุดเดือด และจุดหลอมเหลวสูง สารในสถานะของแข็งอนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่แข็งแรงกว่าสารในสถานะของเหลว และแก๊สตามลำดับ</li> </ul>
<p>มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>1. ทดลอง อธิบาย และเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดในธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้กระทำ ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนด้วยสมการเคมี</li> <li>• มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้าน ในการเกษตรและอุตสาหกรรม แต่สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>



## ตาราง 1 (ต่อ)

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>2. ทดลองและอธิบายอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา เรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปริมาณของสารที่เปลี่ยนไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร</li> <li>• ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้</li> </ul>
	<p>3. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย การเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ที่ทะเลอย่างต่อเนื่องภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนานนับล้านปี จะเกิดเป็นปิโตรเลียม โดยมีได้ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดรวมกัน และอาจมีสารประกอบอื่นๆปะปนอยู่ด้วย</li> <li>• การนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านกระบวนการแยกแก๊ส ส่วนของเหลว หรือน้ำมันดิบจะแยกโดยการกลั่นลำดับส่วน</li> </ul>

## ตาราง 1 (ต่อ)

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลผลิตของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• มีเทน อีเทน โพรเพน และบิวเทน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้น สารผลิตภัณฑ์อื่นๆซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้นนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน</li> <li>• การสัมผัสตัวทำละลายและไฮโดรคาร์บอนบางชนิดในรูปของไอและของที่ใช้แล้วอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ รวมถึงการกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย</li> </ul>
	<p>5. ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• พอลิเมอร์เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น</li> <li>• ปฏิกริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิเมอร์ เรียกว่าปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งอาจเป็นแบบควบแน่นหรือแบบเติม</li> <li>• พอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน</li> </ul>

## ตาราง 1 (ต่อ)

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	6. อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดขึ้นจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ตามสมบัติของพอลิเมอร์ชนิดนั้นๆ เช่น ใช้พลาสติกทำภาชนะ ใช้เส้นใยทำเครื่องนุ่งห่ม</li> <li>พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันบางชนิด สลายตัวยาก การใช้อย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวัง อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้</li> </ul>
	7. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต	<ul style="list-style-type: none"> <li>คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน โดยมีน้ำตาลเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O การตรวจสอบชนิดของน้ำตาลทำได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์</li> </ul>
	8. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไขมันและน้ำมันเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน</li> </ul>

## ตาราง 1 (ต่อ)

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>9.ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก</p>	<p>• ไขมันและน้ำมันนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภคและใช้ในอุตสาหกรรม การบริโภคไขมันที่ขาดความระมัดระวัง จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้</p> <p>• โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโตเสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีน คือ กรดอะมิโน ซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญ คือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย <math>\text{CuSO}_4</math> กับ <math>\text{NaOH}</math></p> <p>• กรดนิวคลีอิกเป็นสารโมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน ประกอบด้วยธาตุ C H O N ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม</p>

### 1.3 คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

- 1.3.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- 1.3.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
- 1.3.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 1.3.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 1.3.5 เข้าใจแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
- 1.3.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 1.3.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
- 1.3.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆสมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
- 1.3.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 1.3.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- 1.3.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม
- 1.3.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆสืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
- 1.3.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

1.3.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1.3.15 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานตามความสนใจ

1.3.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

1.3.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงการชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

1.3.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

1.3.19 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

1.3.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

#### 1.4 การสอนเรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี

##### 1.4.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ธาตุแทรนซิชัน

1. สมบัติของธาตุแทรนซิชัน
2. สารประกอบของธาตุแทรนซิชัน
3. สารประกอบเชิงซ้อนของธาตุแทรนซิชัน

##### 1.4.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ธาตุกัมมันตรังสี

1. การเกิดธาตุกัมมันตรังสี
2. การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี
3. ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี
4. ปฏิกิริยานิวเคลียร์
5. การตรวจสอบสารกัมมันตรังสีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้

สารกัมมันตรังสี

## 2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

### 2.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2548: 55) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการนำเสนอสื่อประสม เช่น ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น เข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำเสนอเนื้อหาได้มาก

กนกรัตน์ บุญไชโย (2549: 11) ได้ให้ความหมายบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียว่า หมายถึง บทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อมูล เนื้อหาวิชา ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก และเสียง

สุคนธ์ สินธพานนท์ ( 2551: 74) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยเนื้อหาของบทเรียนเป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงดนตรีประกอบ ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนด้วยตนเองไปตามขั้นตอนต่างๆที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์กำหนด ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนได้กระจ่างชัดเจน

สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยเนื้อหาของบทเรียนเป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงดนตรีประกอบ

### 2.2 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นรูปแบบหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่ง กนกรัตน์ บุญไชโย (2549: 14-15) ได้กล่าวถึงรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย พอสรุปได้ดังนี้

1. การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice method) รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการฝึกและปฏิบัติ เป็นวิธีการสอนโดยการสร้างโปรแกรมเน้นการฝึกทักษะและการปฏิบัติให้ผู้เรียนได้ฝึกเป็นขั้นเป็นตอนและจะไม่ให้ข้ามขั้นจนกว่าจะฝึกปฏิบัติหรือฝึกในขั้นต้นเสียก่อนจึงจะฝึกในทักษะขั้นสูงต่อไป

2. การสอนเสริม (Drill and Practice) รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการสอนเสริม วิธีนี้คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่คล้ายผู้สอน โปรแกรมที่ออกแบบจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบโต้กับคอมพิวเตอร์โดยตรง ผู้เรียนสามารถเดาคำตอบหรือทดลองตอบกับเครื่องตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ รูปแบบของโปรแกรมจะเป็นแบบสาขา ( Branching Programmed Instruction)

3. เกม (Game Method) รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบเกม มีการออกแบบโดยใช้วิธีการของเกม ซึ่งมีความเฉพาะของลักษณะวิธีการออกแบบโปรแกรม ลักษณะนี้โปรแกรมอาจจะไม่มีการสอนโดยตรง แต่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยการฝึก จะส่งเสริมทักษะ

และความรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมก็ได้ การใช้เกมอาจจะใช้ในชั่วโมงใดชั่วโมงหนึ่งของการสอนหรือชั้น นำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นสรุปก็ได้

4. สถานการณ์จำลอง ( Simulation Method) รูปแบบบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง เป็นการจำลองสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นให้ปรากฏ เป็นรูปร่างหรือสิ่งของที่ไม่ซับซ้อนและยากต่อการเข้าใจ การใช้สถานการณ์จำลอง จะลดระดับความเป็นจริงที่เป็นอยู่ในเรื่องของรูปทรง ขนาด เวลา และสถานที่ให้ผู้เรียนสามารถเห็นได้อย่างละเอียด

5. การค้นพบ ( Discovery Method) รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการค้นพบ จะมีการออกแบบโปรแกรมการสอนด้วยวิธีค้นหาคำตอบเอง ผู้เรียนจะเรียนจากส่วนย่อยและรายละเอียดต่างๆแล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ซึ่งถือเป็นการค้นพบ เป็นการเรียนรู้แบบอุปนัย ( Inductive) ผู้เรียนอาจเรียนรู้โดยการค้นคว้าจากฐานข้อมูลแล้วลองแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เพื่อค้นพบสูตรหรือหลักการได้ด้วยตนเอง

6. การแก้ปัญหา ( Problem-Solving Method) รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการแก้ปัญหา เป็นการใช้โปรแกรมการสอนบนเครื่องคอมพิวเตอร์มีการพิจารณาได้ 2 วิธี คือ ทำโปรแกรมให้ผู้เรียนสร้างโปรแกรมและปัญหาเองแล้วให้เครื่องช่วยค้นหาคำตอบ โดยเครื่องจะช่วยคำนวณหรือค้นหาคำตอบจากฐานข้อมูลต่างๆ หรือแหล่งอ้างอิงต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาของผู้เรียนที่สร้างขึ้นได้ ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่ผู้สอนหรือโปรแกรมเมอร์ได้สร้างไว้แล้ว สำหรับผู้เรียนค้นหาคำตอบ ข้อสำคัญในการสร้างโปรแกรมประเภทนี้ คือ โปรแกรมไม่ควรให้มีการแก้ปัญหาโดยวิธีเดียว ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้วิธีต่างๆ หลายวิธีเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น

### 2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น มีนักการศึกษาและนักวิจัยทางการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนไว้หลากหลายแต่ขั้นตอนที่สำคัญที่สอดคล้องกัน ได้แก่

1. กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาบทเรียน การกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาบทเรียนนั้นนับว่าเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมการสร้างโปรแกรมให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการโดยต้องพัฒนาในเรื่องต่อไปนี้

- 1.1 หัวข้อของงานที่นำมาพัฒนาโปรแกรม
- 1.2 วัตถุประสงค์
- 1.3 กลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ใช้
- 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้โปรแกรม

2. การวิเคราะห์เนื้อหา การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนี้ ผู้จัดทำจะได้เนื้อหาบทเรียนจากการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรในรายวิชานั้นๆ คำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา หรือเอกสารประกอบการสอนในแต่ละวิชา ต่อจากนั้นนำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา เลือกหัวข้อเรื่องและ



เขียนหัวข้อย่อย แล้วเลือกเรื่องที่น่ามาสร้างบทเรียน นำเรื่องที่เลือกมาแบ่งเป็นหัวข้อย่อย แล้วจัดลำดับความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา กล่าวได้ว่าประเด็นสำคัญในขั้นตอนการวิเคราะห์ ได้แก่

- 2.1 รายละเอียดของเนื้อหาที่จะเสนอตามวัตถุประสงค์
- 2.2 วิธีการนำเสนอเนื้อหา
- 2.3 ระยะเวลาการนำเสนอตามเนื้อหา
- 2.4 การเลือกสื่อที่สอดคล้องกับเนื้อหาและเป็นไปตามวัตถุประสงค์
- 2.5 วิธีการโต้ตอบระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้ตามหลักการสื่อสารความหมาย
- 2.6 วิธีการตรวจปรับเนื้อหา
- 2.7 การเสริมแรงและการสร้างสรรค์บรรยากาศให้เกิดความเข้าใจในการเรียนและต้องการมีส่วนร่วม

3. การเขียนสคริปต์ดำเนินเรื่อง เมื่อเตรียมการตามรายละเอียดในข้อ 1-2 แล้วจะต้องมีการเขียนสคริปต์เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่อง ที่จะนำเสนอตามเป้าหมาย การเขียนสคริปต์มีขั้นตอน คือ

3.1 การเขียนผังงาน ( Flow Chart) การเขียนผังงานนั้นเพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมซึ่งผังงานจะมีความสัมพันธ์กับวิธีการออกแบบว่าจะให้บทเรียนการทำงานเป็นแบบใด ในการเขียนผังงานนั้นเป็นการอธิบายการทำงานที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงการสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมือนจริง ความละเอียดของผังงานขึ้นอยู่กับประเภทของบทเรียน

3.2 การจัดทำแบบบทเรื่อง ( Storyboard) หมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นกรอบๆตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละกรอบย่อยเรียงตามลำดับตั้งแต่กรอบที่ 1 จนถึงกรอบสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย การจัดทำแบบบทเรื่องจะแจกแจงรายละเอียดลงไปว่าส่วนนี้ประกอบด้วยข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหว มีเสียงหรือมีเพลงประกอบ มีการทำงานอย่างไร มีการวางหน้าจออย่างไร กล่าวได้ว่าขณะที่ผังงานลำดับและขั้นตอนของการตัดสินใจ การจัดทำแบบบทเรื่องจะนำเสนอเนื้อหาและลักษณะของการนำเสนอ ในการจัดทำแบบบทเรื่องนี้จะรวมไปถึงการเขียนสคริปต์ (เนื้อหาข้อความในบทเรียน) ที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอ ได้แก่ เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

4. การเตรียมข้อมูลสำหรับการจัดทำแบบบทเรื่อง ข้อมูลที่ใส่ลงไปอาจมีทั้งภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ข้อความ ซึ่งต้องมีการจัดเตรียมขึ้นมาก่อนที่จะนำไปใส่ในโปรแกรม มีรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง คือ

#### 4.1 การจัดเตรียมภาพ ข้อมูลอาจมาจากการสร้างโปรแกรม

Graphic Edition เช่น โปรแกรม Adobe Photoshop, Corel Draw ในแต่ละโปรแกรมจะมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจต้องใช้โปรแกรมหลายชนิดช่วยกัน และถ้าหากทำงานภายใต้ระบบไมโครซอฟต์วินโดวส์ ก็จะทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ง่าย เราอาจสแกนภาพประกอบจากหนังสือวารสารต่างๆด้วยเครื่องสแกนเนอร์ หรืออาจนำมาจากกล้องถ่ายภาพดิจิทัล หรือนำมาจากกล้องถ่ายวิดีโอ เป็นต้น

#### 4.2 การจัดเตรียมเสียง การบันทึกเสียงเข้ามาในโปรแกรม

คอมพิวเตอร์นั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องมีการ์ดเสียง ( Sound Card) ซึ่งการ์ดเสียงนั้นมีความจำเป็นในการบันทึกเสียงที่มีการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์ และทำงานแปลงข้อมูลคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณเสียง เมื่อโปรแกรมเรียกใช้แฟ้มเสียงที่จะให้ออกลำโพงในโปรแกรม ไมโครซอฟต์วินโดวส์ มีโปรแกรม Media Player สำหรับเรียกใช้ไฟล์เสียง ( Playback) มีโปรแกรม Sound Recorder สำหรับบันทึกเสียง

5. การสร้างโปรแกรม ( Authoring) เป็นขั้นตอนที่รวบรวมเอาข้อมูลต่างๆที่จัดเตรียมไว้ เช่น ข้อความ ภาพ เสียง และ Animation Movies มารวมกัน ทำให้เกิดโปรแกรมขึ้นมาด้วยโปรแกรมระบบประพันธ์ ( Authoring System) โดยมีการจัดเรียงระดับการทำงาน ( Flow Chart) ตามที่ออกแบบไว้และกำหนดรายละเอียด เช่น Special Effect ทำ Animation ตามที่กำหนดไว้ในการจัดทำแบบบทเรื่อง

6. ทดสอบโปรแกรม การทดสอบโปรแกรมเพื่อทดสอบว่ามีเนื้อหาสมบูรณ์ตามการจัดทำแบบบทเรื่องหรือไม่ ทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม ในการพัฒนาโปรแกรมนั้น ผู้สร้างมักมีการทดสอบการทำงานของโปรแกรมอยู่แล้ว แต่เป็นการทดสอบที่ละส่วนในระหว่างการพัฒนา ดังนั้นเมื่อสร้างโปรแกรมเสร็จแล้วผู้สร้างและผู้พัฒนาโปรแกรม ควรได้มีการทดสอบทุกส่วนทั้งหมดอีกครั้งเพื่อดูความสัมพันธ์ของแต่ละจุด ต่อจากนั้นไปทดสอบกับผู้ใช้เป็นครั้งสุดท้ายเพื่อดูปัญหาที่จะเกิดขึ้น การทดสอบผลของการใช้โปรแกรมว่าได้ผลบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่นั้น ในการทดสอบแต่ละขั้นตอนเมื่อมีปัญหาาก็กลับไปแก้ไข อาจจะแก้โปรแกรม แก้สคริปต์ แก้การจัดทำบทเรื่อง ในส่วนที่พบว่ามีปัญหา เมื่อแก้ไขเสร็จแล้วก็มีการทดสอบเช่นเดิมจนปัญหาหมดไป ในการทดลองใช้กับผู้เรียนนั้น ผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ควรนำไปให้นักคอมพิวเตอร์กับครูผู้สอนประเมินร่วมกันว่า โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นนั้นสมควรจะใช้งานในการเรียนการสอนหรือไม่ เช่น ประเมินโดยใช้แบบทดสอบ โดยประเมินว่าหลังจากใช้โปรแกรมนี้อแล้ว ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน วัดความเข้าใจด้านเนื้อหา ถ้าผลการทดสอบติดลบหรืออัตราการผิดสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าผู้เรียนไม่ได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติม ต้องมีการปรับปรุงต้นฉบับหรือวัตถุประสงค์ใหม่ นอกจากนี้อาจใช้การประเมินโดยใช้แบบสอบถาม เป็นการประเมินผลในส่วนของโปรแกรมและการทำงานว่าการใช้โปรแกรมกับเนื้อหาวิชานี้เหมาะสมหรือไม่

มีการสอบถามในเรื่องอื่นๆ เช่น เจตคติของผู้เรียนต่อการใช้โปรแกรม ความยากง่ายของการใช้โปรแกรม วิธีการเสนอบทเรียน ความถูกต้องของเนื้อหาเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน เป็นต้น

7. การทำเอกสารประกอบบทเรียน เอกสารประกอบบทเรียนจะรวมถึง การเขียนผังงานและการจัดทำแบบบทเรื่อง ถ้าเอกสารประกอบบทเรียนมีความชัดเจนจะทำการแก้ปัญหาโปรแกรมทำได้รวดเร็ว

#### 2.4 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ปัจจุบันนี้ครูผู้สอนได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเข้าไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย หลายกลุ่มสาระการเรียนรู้ จัดได้ว่าเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนและผู้สอน พอสรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนเรียนได้ดีและรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ มีการนำเสนอเนื้อหาได้ฉับไว เมื่อกดแป้นพิมพ์บนคอมพิวเตอร์ก็สามารถเลือกบทเรียนได้ตามต้องการ
2. สามารถเสนอรูปภาพเคลื่อนไหว ซึ่งมีประโยชน์มากต่อบทเรียนที่มีภาพสลับซับซ้อนหรือเหตุการณ์ที่ควรเน้น
3. ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนที่ละน้อยจากง่ายไปหายาก ทำให้เกิดความแม่นยำ และผู้เรียนมีโอกาสเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีกได้ตามต้องการ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น
4. สร้างความกระตือรือร้นให้แก่ผู้เรียน เพราะการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นสิ่งแปลกใหม่ ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในวิชาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
5. การเจรจาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ มีการป้อนกลับทันที มีสีสัน ภาพ และเสียง ทำให้ผู้เรียนตื่นตัวไม่เบื่อและมีความพึงพอใจที่จะติดตามบทเรียนต่อไปเรื่อยๆ และช่วยให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลเพราะต้องมีการตอบคำถามอยู่ตลอดเวลา
6. ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่างๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่จำกัดเวลา ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถยืดหยุ่นตารางการเรียนได้ตามเหมาะสม และเป็นการสร้างนิสัยให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ

### 3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ทางการศึกษาสามารถจำแนกได้ 3 ประเด็น (Domain) คือ (1) ความรู้หรือพุทธิพิสัย (Cognitive domain) เป็นวัตถุประสงค์ด้านความรู้ที่ระลึกได้ รวมทั้งการพัฒนาความสามารถทางสมองและทักษะ (2) จิตพิสัย (Affective domain) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ หรือยอมรับด้านคุณค่าต่าง ๆ และ (3) ทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานที่ต้องอาศัยพื้นฐานทางกล้ามเนื้อ หรือทักษะที่ใช้กลไกทางร่างกายเป็นหลัก การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในส่วนนี้จะกล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้านพุทธิปัญญา ตามแนวคิดของบลูมและคณะ เท่านั้น

#### 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความเกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

กูด และคนอื่นๆ (Good and other, 1973: 7) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หมายถึง ความสำเร็จ ความคล่องตัว ความชำนาญในทักษะหรือประยุกต์ใช้ความรู้ต่างๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้จากผลการทดสอบของครูผู้สอน หรือผู้รับผิดชอบในการสอนหรือทั้งสองอย่างรวมกัน

#### ลักษณะสำคัญของลำดับขั้นการเรียนรู้ทางด้านพุทธิปัญญา

บลูมและคนอื่นๆ (อ้างถึงใน เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2552: 205-213) แบ่งลำดับขั้นที่แสดงถึงการบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้จากสิ่งที่ยากไปหายากได้ 6 ขั้น คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. **ขั้นที่ 1 (ความรู้)** การวัดระดับความรู้หรือวัดระดับ “ความจำ” เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการระลึกถึงเรื่องราว หรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น คำศัพท์ นิยาม ข้อเท็จจริง หลักการ หรือกลวิธีในการแก้ปัญหา

2. **ขั้นที่ 2 (ความเข้าใจ)** การวัดระดับความเข้าใจนั้น คำถามสำหรับข้อกระทงที่จะใช้วัดในขั้นต้นก็คือ จะต้องเป็นคำถามที่ได้นำเรื่องราวซึ่งเคยรู้มาแล้วมาใช้แก้ปัญหาต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนด สิ่งสำคัญของการวัดในระดับนี้คือ ข้อมรรถหรือเนื้อหาที่ถามนั้น จะต้องมิลักษณะที่ทำให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้ที่จำเป็นต้องมีลักษณะที่ทำให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้ที่จำเป็นซึ่งเคยเรียนมาแล้วเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ระดับความเข้าใจแบ่งย่อยได้ 3 ระดับ คือ ระดับการแปลความ การตีความ และการขยายความ

**2.1 การแปลความ** เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการถอดความของเรื่องราวหรือข้อความให้เป็นสัญลักษณ์ใหม่ที่ไม่เหมือนเดิม เช่น ภาษาต่างประเทศ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือสมรรถนะที่ระลึกข้อความหรือสัญลักษณ์ที่เปลี่ยนไปว่ามีความหมายอย่างไร

**2.2 การตีความ** มักจะใช้วัดความสามารถของนักเรียนในการนำข้อมูลจากเรื่องราวที่อ่านมาวินิจฉัย เพื่ออธิบายว่าเรื่องราวนั้นเป็นอย่างไรหรือเพื่อเป็นการสรุปข้อความในเรื่องราวมากกว่าจะเป็นการแปลความซึ่งใช้เพียงที่ละตอนเท่านั้น

**2.3 การขยายความ** เป็นการวัดความสามารถของผู้อ่านหรือผู้รับรู้ข้อความจากข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งจะต้องใช้สมรรถภาพทางสมองในระดับที่สูงขึ้นไปจากการแปลความ และการตีความ จะมีลักษณะเป็นการพิจารณาถึงแนวโน้มหรือแนวทาง หรือรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงที่จะเป็นไปได้ โดยพิจารณาจากสภาพการรับรู้ข้อความในการสื่อสารที่ตนได้รับ

**3. ขั้นที่ 3 (การนำไปใช้)** มีลักษณะคล้ายกับการวัดในระดับความเข้าใจตรงที่ต้องการให้นักเรียนนำเรื่องราวซึ่งเคยเรียนมาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ๆ แต่ก็ไม่เหมือนกับระดับความเข้าใจตรงที่ว่า ไม่ว่าจะคำถามหรือเนื้อหาที่ใช้ถามนั้น ควรจะช่วยให้นักเรียนตัดสินใจได้ว่าความรู้หรือเรื่องราวที่เคยเรียนมานั้นจะใช้อะไรมาแก้ปัญหาได้ คำถามในระดับนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะตรวจสอบว่า นักเรียนสามารถเลือกเอาความรู้ที่เหมาะสมที่สุดมาใช้แก้ปัญหาใหม่ๆ ได้อย่างถูกต้องหรือไม่

**4. ขั้นที่ 4 (การวิเคราะห์)** ระดับการวิเคราะห์ต้องการให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการวิเคราะห์โดยวิธีต่อไปนี้

4.1 ซึ่งให้เห็นความคลาดเคลื่อนเชิงเหตุผลในเรื่องราวต่างๆ เช่น ความขัดแย้ง ความคลาดเคลื่อนในการอนุมาน หรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตีความ

4.2 ซึ่งให้เห็นความสัมพันธ์หรือจำแนกประเภทของเรื่องราวต่างๆ เช่น ข้อเท็จจริง ข้อสันนิษฐาน ข้อสมมติฐาน ในเรื่องราวต่างๆ ด้วยเหตุนี้ข้อกระทงที่ใช้ในระดับนี้โดยปกติแล้ว มักจะเป็นการฝึกการใช้กระบวนการทางตรรกวิทยา

**5. ขั้นที่ 5 (การสังเคราะห์)** ระดับการสังเคราะห์ ต้องการให้นักเรียนสามารถนำเอาหน่วยความรู้ย่อยๆ มาผสมผสานหรือมาจัดระเบียบใหม่ เพื่อให้เกิดเป็นโครงสร้างขึ้นใหม่ที่แปลกกว่าเดิม ชัดเจนกว่าเดิมและมีคุณภาพดีด้วย นักเรียนที่จะมีความรู้ในระดับนี้ จะต้องมีความสามารถในการมองเรื่องราวต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง หลายแง่หลายมุม รู้จักพลิกแพลงปรับปรุงของเดิมให้แปลกใหม่กว่า ซึ่งทั้งนี้จะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ที่แสดงว่า มีความสามารถในการสังเคราะห์ เช่น การเสนอแผนงานใหม่ๆ การสร้างหรือออกแบบโครงการ การเขียนบทความ

**6. ขั้นที่ 6 (การประเมินผล)** ระดับประเมินผล ต้องการให้นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของแนวความคิด ผลผลิต และวิธีการ ฯลฯ ได้ตรงตามจุดมุ่งหมายใด

จุดมุ่งหมายหนึ่งโดยเฉพาะ พร้อมกับสามารถแสดงเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการตัดสิน  
นั้นๆ เกณฑ์หรือมาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินคือ อาจจะตัดสินตามหลักฐานภายใน ซึ่งหมายถึงการ  
ตัดสินความถูกต้องตามหลักฐานสอดคล้องกันในเชิงเหตุและผล หรืออาจตัดสินตามหลักเกณฑ์  
ภายนอก ซึ่งหมายถึงการตัดสินความถูกต้องของสิ่งของ วัตถุและนโยบายต่างๆ

### 3.2 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Encyclopedia World Dictionary ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวัดผลการเรียนหรือการสอน

Webster's new International Dictionary of the English language ได้ให้  
ความหมายว่า เป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดทักษะหรือความรู้ที่เรียนมา

รอสส์และสแตนลีย์ (Ross and Stanley, 1976) ได้ให้ความหมายสั้นๆว่า  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น  
แบบทดสอบวิชาเลขคณิต แบบทดสอบวิชาพีชคณิต ฯลฯ เป็นต้น

วารี ว่องพินัยรัตน์ (2530: 1-6) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
จะเป็นเครื่องมืออันสำคัญที่จะช่วยให้ครูสามารถตัดสินความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนได้  
อย่างสมเหตุสมผลและยุติธรรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในโรงเรียนมุ่งวัดความสำเร็จในวิชา  
ทักษะต่างๆ โดยมีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ ประการแรกเพื่อเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ของ  
นักเรียนอันจะเป็นข้อมูลสำหรับการจัดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล ( Individual Instruction)  
ประการที่สอง เพื่อตรวจสอบความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันโดยธรรมชาติ ทำให้สามารถ  
จัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความสามารถของแต่ละบุคคล

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545: 26) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง  
แบบวัดความรู้ทางวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถจาก  
การเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

### 3.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดพฤติกรรมต่างๆของ  
นักเรียน ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบ  
การเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งเป็นผลจากการได้รับการฝึกอบรม  
ในช่วงที่ผ่านมา อันเป็นเรื่องราวของอดีตกาล ทั้งนี้ย่อมต้องอาศัยเครื่องมือในการวัดผลหลายชนิด  
เข้ามาช่วยจึงจะสามารถวัดได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน และการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเฉพาะ  
พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ  
การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ฯลฯ เครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดและเป็นที่ยอมรับกันมากที่สุด คือ  
แบบทดสอบ (Test) ซึ่งโดยทั่วไป แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของคำถามที่เขียนลงในกระดาษแล้ว  
นำไปอ่านหรือกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมตอบสนอง โดยการเขียนตอบออกมาจนครูสามารถ

สังเกตพฤติกรรมและสามารถวัดได้ แบบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้สอบ ด้านพุทธิพิสัย แบบสอบประเภทนี้ต้องมีความตรงตามเนื้อหา การสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี จะต้องมีการวางแผน เพื่อให้แบบสอบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัดจากการสอบแต่ละครั้ง เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552: หน้า 178-184) สรุปวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1** กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการสอบ ซึ่งกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสำคัญคือ (1) ช่วยให้ผู้สามารถสังเกตกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัด ซึ่งถือว่าเป็นความสามารถเฉพาะของผู้สอบซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนการสอน และ (2) ทำให้สามารถสังเกตและวัดผล การเรียนได้โดยง่ายเพราะการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนไว้ในลักษณะที่สั้น และสามารถเข้าใจง่าย

**ขั้นที่ 2** กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการสอบให้ครบถ้วน การกำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาที่จะทดสอบ จะกำหนดไว้ในตารางเฉพาะ โดยปกติโครงเรื่องที่นิยม จะมีความยาวประมาณ 1-2 หน้า

**ขั้นที่ 3** เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กระชับ และมีความชัดเจน ตารางเฉพาะ เป็นตารางที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงหัวข้อเรื่องที่ต้องการจะทดสอบ และระดับของพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด นอกจากนี้ยังแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อเรื่องแต่ละเรื่องด้วย

**ขั้นที่ 4** สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ หลักการสร้างข้อกระทงควรคำนึงถึงหลักการที่สำคัญคือ (1) ต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการเรียนการสอน และ (2) ต้องตรงตามเนื้อหาที่จะวัดของผู้เข้าสอบ

#### 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้ (Learning retention) คือ การคงไว้ซึ่งผลการเรียนรู้ หรือความสามารถที่จะระลึกถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียนมา หลังจากที่ได้ทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง (Adams, 1967: 9) ความจำเป็นพฤติกรรมภายใน ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจเดียวกับ ความรู้สึก การรับรู้ ความรับผิดชอบ และจินตนาการของมนุษย์ การที่จะจดจำสิ่งที่เรียนมาได้มากน้อยเพียงใดนั้น ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ หรือการจดจำ ซึ่งกระบวนการของการจำ คือ การที่บุคคลได้รับรู้ และศึกษาสิ่งหนึ่งสิ่งใดไปแล้วสามารถจดจำสิ่งนั้นได้ไม่ว่าระยะเวลาผ่านไปนานเท่าใดก็ตาม หากบุคคลใดจดจำเอาไว้ได้มากก็มีความจำดี

#### 4.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

มีผู้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้หลายท่าน ดังนี้

ชะเอม ชวลิตชัยชาญ ( 2530: 230) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเนื้อหาวิชา หรือสิ่งต่างๆที่ตนเคยได้รับการเรียนรู้ หรือเคยมีประสบการณ์มาก่อนในระยะที่ทิ้งช่วงห่างออกไป

ประสาธ อิศรปริดา ( 2531: 230) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึงการรักษาไว้ซึ่งผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการเรียนรู้ให้คงอยู่ต่อไป

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528: 247) กล่าวว่า การจำหมายถึง ความสามารถในการสะสมประสบการณ์ต่างๆที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมแล้วสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้

กัญญา แสงสุวรรณ (2532: 155) กล่าวว่า การเรียนรู้ คือ กระบวนการที่ประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์อ้อม กระทำให้อินทรีย์เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร แต่ไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องมาจากสาเหตุอื่น เช่น วุฒิภาวะ ความเจ็บป่วย ฤทธิ์ยาหรือสารเคมี

สุรางค์ โค้วตระกูล (2541: 250) ให้ความหมายของ“ความจำ”ไว้ว่า ความสามารถที่จะเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้ได้เป็นเวลานานและสามารถค้นคว้ามาใช้ได้ หรือระลึกได้

#### 4.2 ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ จดจำ และการลืม

##### 4.2.1 กระบวนการเรียนรู้และจดจำ

กาเย่ (Gagne. 1970: 70-71) ได้อธิบายขั้นตอน ของกระบวนการเรียนรู้และการจดจำไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสร้างความเข้าใจ ( Apprehension) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์เป็นสิ่งที่เร้า
2. ขั้นการเรียนรู้ (Acquisition) ขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นความสามารถใหม่ขึ้น
3. ขั้นเก็บไว้ในความจำ ( Storage) คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปเก็บไว้ในส่วนของความจำเป็นช่วงเวลา
4. ขั้นการรื้อฟื้น (Retrieval) คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนแล้วและเก็บไว้นั้นออกมาใช้ในลักษณะของการกระทำ เป็นสิ่งที่สังเกตได้



ในการเรียนเนื้อหาวิชาหนึ่งๆเมื่อเวลาล่วงเลยไปความจำจะค่อยๆหายไปจนบางครั้งพบข้อความนั้นอีกก็อาจจำไม่ได้เลย ฉะนั้นถ้าอ่านทวนซ้ำบ่อยๆความจำจะยังคงอยู่

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528: 239-242) ได้แบ่งระบบการจำออกเป็น 3 ระบบ คือ

1. ระบบความจำการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง การคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัส หรือจากการเสนอสิ่งเร้าสั้นสุดลง
2. ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) เขียนย่อว่า STM เป็นความจำชั่วคราว ที่เกิดขึ้นหลังจากการรับรู้แล้ว เป็นความจำที่คงอยู่ในระยะเวลาสั้นๆที่เราตั้งใจ หรือมีใจจดจ่อต่อสิ่งนั้น เมื่อเราไม่ใส่ใจแล้วความจำนั้น จะเลือนหายไปได้อย่างง่าย
3. ระบบความจำระยะยาว (Long-term Memory) เขียนย่อว่า LTM เป็นความจำที่คงทนถาวรกว่า STM ไม่ว่าจะทิ้งระยะไว้เนิ่นนานเพียงใด เมื่อต้องการรื้อฟื้นความจำนั้นๆจะระลึกออกมาได้ทันทีและถูกต้อง

ความจำระยะยาวเป็นความจำที่มีคุณค่ายิ่ง เป็นความหมายหรือความเข้าใจในสิ่งที่ตนรู้จักดี เป็นการตีความซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ความสนใจและความเชื่อของแต่ละคน สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการจำ อาจสรุปได้ 2 ประการ ประการแรก ได้แก่ ลักษณะของความต่อเนื่อง หรือความสัมพันธ์ของประสบการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ประการที่สอง ได้แก่ การทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วอยู่เสมอ ชัยพร วิชชาวุธ (2520: 118) กล่าวว่า การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้ดีอยู่แล้วซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรมากขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว หรือความคงทนในการจำประมาณ 14 วัน หลังจากผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ มีดังนี้ (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. 2528: 254)

1. ทักษะและความสนใจถ้าผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งใดและมีความสนใจจดจ่ออยู่กับสิ่งใด ก็จะทำให้จดจำสิ่งนั้นได้แม่นยำ และเป็นระยะเวลานานๆ
2. การฝึกฝน ถ้าผู้เรียนฝึกฝนทบทวนในสิ่งที่เรียนอยู่เสมอ ก็จะทำให้สามารถจดจำสิ่งนั้นได้เป็นเวลานาน
3. ระยะเวลา หากทิ้งระยะหลังจากการเรียนรู้ไปเป็นเวลานานๆก็จะทำให้จำในสิ่งที่เรียนรู้ไปได้น้อย หรือบางครั้งอาจลืมไปเลยก็ได้

#### 4.2.2 การลืม

ประสาธ อิศรปริดา (2547: 275) ให้ความหมายของการลืมไว้ว่า การลืม คือการที่สาระข้อมูลในหน่วยความจำได้สูญหายหรือสลายไปในหน่วยความจำชั่วคราวนั้น ถ้าสาระข้อมูลสูญหายหรือสลายไป เราก็ไม่สามารถเรียกออกมาใช้ได้ ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้คล้ายๆ

กับการที่ข้อมูลหายไปจากจอภาพคอมพิวเตอร์เมื่อไฟดับก่อนที่จะเก็บสาระข้อมูลนั้นไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูล แต่สำหรับในหน่วยความจำถาวร นักจิตวิทยาให้ทรรศนะที่แตกต่างกัน บางท่านเชื่อว่า สาระข้อมูลดังกล่าวอาจสูญหายไปหรืออาจแทนที่ด้วยข้อมูลอื่น อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยในปัจจุบันพบผลที่สอดคล้องกันว่าเมื่อมีสาระข้อมูลอื่นมาสอดแทรก หรือเมื่อเวลาเนิ่นนานออกไป เราสามารถระลึกสาระข้อมูลออกมาได้ น้อยลง

#### 4.2.3 สาเหตุแห่งการลืม

ปรีชา ช้างขวัญยืน 2534: 42) สรุปเหตุแห่งการลืมได้ 4 ประการ คือ

1. ประสบการณ์ไม่ประทับใจ ประสบการณ์จะแจ่มชัดก็ต่อเมื่อคนเรามีจิตใจจดจ่อกับประสบการณ์นั้น ในวันหนึ่ง ๆ เรามีประสบการณ์มากมายแต่เราจะจดจำได้ไม่กี่เรื่อง ใจคนก็เหมือนกล้องถ่ายรูป ถ้าไม่มีความเอาใจใส่หรือความตั้งใจ ก็เหมือนกับการถ่ายรูปโดยไม่ได้ปรับศูนย์ให้ดี ภาพก็ไม่ชัด ถ้าประสบการณ์ไม่แจ่มชัดก็จำได้ยาก ถ้าคนเราสามารถเอาใจจดจ่อในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้โดยเฉพาะแล้ว ก็จะจำเรื่องนั้นได้ดี เพราะคนเราไม่สามารถเอาใจจดจ่อในเรื่องตั้งแต่สองเรื่องขึ้นไปในเวลาเดียวกันได้ คนที่พูดว่าสามารถอ่านหนังสือและฟังข่าววิทยุได้พร้อม ๆ กันนั้น แท้ที่จริงแล้วหาใช่ทำสองอย่างได้ไม่ แต่เขาเป็นคนที่สามารถเปลี่ยนความตั้งใจสลับไปมาระหว่างการอ่านหนังสือกับฟังวิทยุได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นถ้าเราต้องการจำเรื่องใดให้ได้ดี ต้องมีความตั้งใจหรือเอาใจจดจ่อในเรื่องนั้นเพียงเรื่องเดียว ไม่พยายามคิดเรื่องสองเรื่องในเวลาเดียวกัน คนที่คิดเรื่องสองเรื่องได้เกือบจะพร้อม ๆ กันนั้น ถ้าเอาใจจดจ่อแต่ละเรื่องจะคิดได้ดียิ่งขึ้น
2. การขาดการใช้ประโยชน์ การไม่ได้นำสิ่งนั้นไปใช้ หรือไม่ได้มีประสบการณ์ดังกล่าวซ้ำอีก สิ่งที่เราจำได้แล้ว เรามักจะจำได้เพียงสองสามวัน หลังจากนั้นเราจะลืมเกือบหมด สิ่งที่เราเรียนส่วนมากจะลืมหลังจากที่เพิ่งเรียน ส่วนที่ยังจำได้จะค่อย ๆ ลืม
3. การมีสิ่งรบกวน บางครั้งเราพยายามจำเรื่องบางเรื่องแต่จำไม่ได้ เช่น เราพยายามจำเรื่องที่ฝันเมื่อตื่นขึ้นกลางดึก ครั้นหลับต่อไปจนรุ่งเช้า เรากลับลืมเรื่องที่พยายามจำไว้ นั่น สาเหตุแห่งการลืมนี้อาจเกิดจากพฤติกรรมทางจิตอื่นเข้ามารบกวน แล้วทำให้เราจำเรื่องที่เรากำลังตั้งใจจะจำ เช่น เมื่อหลับแล้วเราฝันเรื่องอื่นต่อ การที่เรื่องอื่นเข้ามารบกวน แล้วทำให้เราจำเรื่องที่ต้องการจำไม่ได้ทางจิตวิทยา เรียกว่า การระงับ ( Inhibition) พฤติกรรมที่ทำให้เกิดการระงับดังกล่าว อาจเป็นพฤติกรรมที่เกิดก่อนเรื่องที่เรากำลังจำ เรียกว่า การตามระงับ ( Proactive Inhibition) หรืออาจเกิดหลังเรื่องที่เรากำลังจำ เรียกว่า การย้อนระงับ (Retroactive Inhibition) การย้อนระงับนี้ทำให้เกิดการลืม จะสังเกตได้ว่า เมื่อเราเรียนมากขึ้น เราจำสิ่งใหม่ๆ ได้มากขึ้น แต่เรากลับลืมสิ่งเก่าๆ ที่เคยจำได้มากขึ้นด้วย ทั้งนี้ไม่ใช่เพราะระยะเวลาที่เราจำเรื่องเก่าห่างจากปัจจุบันมากเพียงอย่างเดียว จะเห็นได้ว่าคนรุ่นเก่าๆ จำนวนมากจำเรื่องในอดีตได้แม่นยำแม้ในรายละเอียดคนที่จำได้เช่นนั้น อาจจะเป็นชาวบ้านที่ไม่ได้มีการศึกษาอะไร การจำได้เช่นนั้น อาจไม่ใช่เพราะ

ความจำดี แต่เป็นเพราะในชีวิตเขามีเรื่องที่ต้องจดจำไม่กี่ประเภท การระงับจึงมีน้อย ทำให้การลืมน้อยลง

4. การเก็บกด ความคิดเรื่องการเก็บกดเป็นความคิดที่ได้มาจากทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) การเก็บกดเป็นวิธีลืมสิ่งที่ก่อให้เกิดความรู้สึกเจ็บปวด โดยกดความคิดที่เกี่ยวกับเรื่องที่ทำให้รู้สึกเจ็บปวด หรือความคิดสัมพันธ์กับเรื่องดังกล่าวให้พ้นจากจิตสำนึกไปอยู่ในจิตไร้สำนึก การเก็บกดเกิดขึ้นเมื่อแรงสองแรงในใจเกิดการขัดแย้งกัน แรงหนึ่งพยายามให้ระลึกได้ อีกแรงหนึ่งพยายามไม่ให้ระลึกได้ การลืมประสบการณ์ที่ทำให้รู้สึกเจ็บปวดนี้ แม้ว่าจะเก็บกดไว้ในจิตไร้สำนึกแล้ว แต่ยังมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมอยู่ ความจำถูกเก็บกดเพราะถ้าเรารู้สึกเจ็บปวดและลืมแล้วรู้สึกสบาย ความจำชนิดนี้จึงถูกทำให้ลืมด้วยวิธีเก็บกด บางครั้งสิ่งที่เราเก็บกดนี้ อาจไม่ใช่สิ่งที่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดโดยตรง แต่เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดก็ได้ เช่น เรามักลืมวันที่นัดกับหมอฟัน มากกว่าวันที่นัดกับคู่รัก เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ การจำ การลืม ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ ทักษะคิด ระยะเวลาหลังจากการเรียนรู้ และการฝึกฝนทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และส่วนที่สำคัญ คือ กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมคิด ลงมือปฏิบัติ หรือสามารถควบคุมกระบวนการเรียนได้ด้วยตนเองแล้ว ย่อมจะส่งผลให้เกิดการจำได้มากขึ้น

#### 4.3 การวัดความคงทนในการเรียนรู้

ชม ภูมิภาค (2528: 23) กล่าวว่า การวัดดูว่าเมื่อคนเรียนแล้วหยุดไประยะหนึ่ง โดยไม่มีการปฏิบัติอะไรนั้น จะมีความคงทนมากน้อยเพียงใด มีวิธีการวัดอยู่ 3 วิธี คือ

1. วิธีแห่งการระลึกได้ (The Recall Method) วิธีนี้คือการเปรียบเทียบผลระหว่างทดสอบติดตามหลังการเรียนเสร็จทันที กับการเว้นระยะพักไปแล้วทดสอบและเปรียบเทียบกันว่าเหลือกี่เปอร์เซ็นต์
2. วิธีแห่งความรู้จัก (The Recognition method) ใช้วิธีการเลือกให้เอาสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วออกจากสิ่งที่ไม่เคย ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันมากๆ
3. วิธีการเรียนใหม่ (Relearning Method) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการประหยัดเวลา (Saving Method) คือ การเปรียบเทียบการเรียน อันเดิมกับการเรียนอันใหม่ว่าถ้าเรียนให้ได้ระดับเดิม จะใช้เวลาเท่าใด เช่น สมมติว่าในตอนแรกจะเรียน ให้ได้สมบูรณ์ต้องใช้ความพยายาม 40 ครั้ง ในตอนหลังใช้เวลาเพียง 10 ครั้ง นั่นคือ ประหยัดเวลาไป 30 ครั้ง แสดงว่าความคงทนของการเรียนมี 75 เปอร์เซ็นต์

ดีวายร์ (Dwyer. 1978; อ้างถึงใน สุกรี รอดโพธิ์ทอง.2540: 60) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ การจำ และการระลึกได้ (Recall) ดังนี้

1. ด้านการเรียนรู้ คนเราเรียนรู้โดยการซึมสร ร้อยละ 1 โดยการสัมผัสร้อยละ 10 โดยการดมกลิ่นร้อยละ 30 โดยการได้ยินร้อยละ 11 และโดยการมองเห็นร้อยละ 83
2. ด้านการจำ คนเราจำได้จากสิ่งที่อ่านร้อยละ 10 จากสิ่งที่ได้ยินร้อยละ 20 จากสิ่งที่ได้เห็นร้อยละ 30 จากสิ่งที่ได้เห็นและได้ยินร้อยละ 50 จากสิ่งที่ได้พูดร้อยละ 70 และจากสิ่งที่ได้พูดและได้ทำ ร้อยละ 90
3. ด้านการระลึกได้ การสอนโดยวิธี “บอกให้ทำ” ระลึกได้ร้อยละ 70 หลังจากสอนแล้ว 3 ชั่วโมง ระลึกได้ร้อยละ 10 หลังจากสอนแล้ว 3 วัน การสอนโดยวิธี “แสดงให้เห็นดู” ระลึกได้ร้อยละ 72 หลังจากสอนไปแล้ว 3 ชั่วโมง และระลึกได้ร้อยละ 20 หลังจากสอนแล้ว 3 วัน การสอนโดย “บอกวิธีการและแสดงให้เห็น” ระลึกได้ร้อยละ 85 หลังจากสอนแล้ว 3 ชั่วโมง และระลึกได้ร้อยละ 65 หลังจากสอนแล้ว 3 วัน

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้ตามวิธีการด้านการจำและการระลึกได้

## 5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยในประเทศ

จารุพร รุทเทวิน (2547) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยเน้นการจัดระบบความคิด เรื่อง ชาติคุณธรรมและชาติภูมิมั่นคงศรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งใหญ่วัดต้นศึกษา อำเภอกะนวน จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 26 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายร้อยละ 80 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วิจิตร สมบัติวงศ์ ( 2549) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ( E-Learning) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

อัครเดช จำนงธรรม ( 2549) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุทธิษา เพชรวีระ (2550) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดรวบยอดทางภาษา ความคงทนในการเรียนรู้ และความสนใจในการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคณิยมกับการสอนแบบเดิม โดยทำการแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผลการศึกษา พบว่า ความคิดรวบยอดทางภาษา ความคงทนในการเรียนรู้ และความสนใจในการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทิพวรรณ เดชสงค์ (2551) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีอยุธยาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอเจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดาสิริโสภาพัฒนาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อบทเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง โครงสร้างอะตอมอยู่ในระดับปานกลาง

## 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ฮาเกิน (Hagen. 2000: 1441-1444) ได้ทำการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้รายวิชาเคมีอินทรีย์ 2 โดยทำการสอนเป็นเวลา 5 สัปดาห์ แล้วทำการทดสอบทั้งหมด 4 ครั้ง ซึ่งจะมีการนำแบบทดสอบกลับไปทำที่บ้าน และการทดสอบในห้องเรียน จากผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพความคงทนในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 20 นอกจากนี้ ยังพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคงทนในการเรียนรู้ คือ ความเข้าใจของครูผู้สอนต่อนักเรียน ครูผู้สอน ต้องมีการปรับเปลี่ยนบรรยาย เพื่อให้มีความครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

เมเยอร์และมอเรโน (Mayer and Moreno. 2002: 107-119) ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้อยู่โดยใช้มัลติมีเดีย พบว่า การสอนผ่านสื่อมัลติมีเดียให้ผลการเรียนรู้ที่ดีกว่าการสอนโดยใช้ตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ในเชิงความสัมพันธ์ต่อเนื่องพบว่า การนำเสนอด้วยภาพและอักษรไปพร้อมๆกันจะ

กระตุ้นการเรียนรู้ได้ดีกว่าการอธิบายเนื้อหาแยกกัน จากการวิจัยพบว่า ถ้าหากใส่องค์ประกอบภาพ เสียงและตัวอักษรที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาที่จะสอน จะทำให้ประสิทธิผลการเรียนรู้ลดลง

ปาร์ค (Park. 2009: 993-1012) ได้ทำการศึกษาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า หลังจากมีการปรับปรุงการสอนโดยอาศัย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้กลุ่ม เป้าหมายที่มีความสนใจวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด นั้นมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น การพัฒนาการสอนแล้วนำมาใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน วิทยาศาสตร์

ฮัว กวน (Hua Guan. 2009: 62-72) ได้ทำการศึกษาผลกระทบและประสิทธิภาพของการนำเสนอการเรียนรู้อิงด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อการสอนที่เป็นมัลติมีเดีย พบว่า ในการเรียนรู้ โดยการพูดให้ฟังนั้นหากไม่คำนึงถึงความยาวของข้อมูลแล้ว จะให้ผลเชิงลบต่อผู้เรียน อย่างไรก็ตามไม่มีหลักฐานที่สนับสนุนว่าเครื่องมือที่เป็นการฟังให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้ดีกว่า

นาจจาร์ (Najjar J. 1996: 129-150) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้สื่อมัลติมีเดียกับการเรียนแบบปกติโดยวิธีการบรรยาย พบว่า การใช้สื่อมัลติมีเดียช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้เวลา ในการทำความเข้าใจเนื้อหาได้เร็วกว่าการสอนแบบปกติโดยวิธีการบรรยาย แต่การจะใช้สื่อมัลติมีเดียให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงการนำภาพและภาษามาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนการสอนต้องมีการสื่อสารข้อมูลเนื้อหาการเรียนที่ชัดเจน และสื่อการสอนที่ใช้ จะต้องมีการจัดลำดับก่อนหลัง หรือความคิดหลักของเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ผลการวิจัยในประเทศและต่างประเทศจากอดีตถึงปัจจุบันที่ผู้วิจัยทุกท่านได้ทำการวิจัยศึกษาค้นคว้า นั้น แสดงให้เห็นว่าการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในทางที่ดีขึ้นและช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูงขึ้น

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญมากในการจัดการเรียนการสอน ความก้าวหน้าและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีสารสนเทศไปเป็นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการสร้างสื่อการเรียนรู้อุปกรณ์ปัจจุบันและทันสมัยอยู่เสมอ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ ในด้านเนื้อหา เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ไม่มากเกินไปขั้นตอนการเรียนรู้ที่ไม่ซับซ้อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นที่จะศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อนำไปใช้เป็นการส่งเสริมและพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปพัฒนาใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. การกำหนดระยะเวลาในการวิจัย
4. การกำหนดแบบแผนการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนาแห้ววิทยา อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลยสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนาแห้ววิทยาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 1 ห้องเรียน 38 คน

#### การกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชา เคมีเพิ่มเติม เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวอยู่ในสาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้ 1) สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ 2) วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา 3) อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

## การกำหนดระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้เวลาดทดลอง 9 คาบ คาบละ 50 นาที

## การกำหนดแบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

T <sub>1</sub>	แทน การทดสอบก่อนเรียน
X	แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่นและชาติุกำมันตรังสี
T <sub>2</sub>	แทน การทดสอบหลังเรียน

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่นและชาติุกำมันตรังสี
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่นและชาติุกำมันตรังสี

**ขั้นตอนการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่นและชาติุกำมันตรังสี**

ในการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่นและชาติุกำมันตรังสี ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม

2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่นและชาติุกำมันตรังสี จากหนังสือคู่มือครู และหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่นและชาติุกำมันตรังสี



3. ดำเนินการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ที่มีแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** หมายถึง การที่ครู นำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่กำลังจะเรียน ซึ่งเป็นข้อคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิด หรือ อาจเริ่มจากความสนใจของนักเรียนเอง ในขั้นนี้ครูอาจใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแสดงภาพ หรือเหตุการณ์ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

**ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** หมายถึง การที่ นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วมีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อ เก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจนั้น

**ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** หมายถึง การ ที่นักเรียนได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปล ผล เพื่อลงข้อสรุป ในขั้นนี้ครูจะใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียประกอบการอธิบายเพื่อให้ นักเรียนได้ข้อมูลที่ครอบคลุมเนื้อหาและตรงกับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้มากขึ้น

**ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** หมายถึง การที่นักเรียน นำความรู้ที่ได้ศึกษาจากขั้นที่ผ่านมา ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ในขั้นนี้ครู จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียเพื่อนำเสนอเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียน นำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปแก้ปัญหา

**ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)** หมายถึง การที่ครูประเมินการ เรียนรู้ของนักเรียนว่าเป็นไปตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้หรือไม่ นักเรียนมีความรู้ ใดๆ มากน้อยเพียงใด

**วิธีการหาคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุ กัมมันตรังสี**

การหาคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุ กัมมันตรังสี ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเหมาะสมด้านเนื้อหาและความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีการศึกษา
2. แก้ไขปรับปรุง บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุ กัมมันตรังสี ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
3. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กลุ่มย่อย กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาแห้ววิทยา

อำเภอหนาแห้ว จังหวัดเลย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

4. แก้ไขปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ภาษาที่ใช้ และระยะเวลาของการทำกิจกรรม ตามข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

**ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี**

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่น ธาตุกัมมันตรังสี ที่ใช้ใน งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของธาตุและ สารประกอบ มาจากงานวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยเน้นการจัดระบบ ความคิด เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก (จารุพร รุทเทวิน. 2547)

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกำหนดเวลา ทดสอบก่อนเรียน 50 นาที
3. จัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ธาตุแทรนซิชั่นและกัมมันตรังสี ประกอบกับแผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลา 9 คาบ คาบละ 50 นาที
4. ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกำหนดเวลา ทดสอบหลังเรียน 50 นาที
5. ทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี ในการดำเนินการทดสอบซ้ำครั้งที่สองนี้จะเว้นระยะห่างจากการ ทดสอบครั้งแรก เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยกำหนดเวลาทดสอบ 50 นาที โดยมีการสับเปลี่ยนข้อและ ตัวเลือก
6. ตรวจสอบให้คะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มา วิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

## การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยสถิติพื้นฐาน สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

### 1. ค่าสถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 73 )

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

เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี่ ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ  $SD$  หมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $n$  หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของความถี่คูณกับคะแนน  
 $\sum X^2$  หมายถึง ผลรวมของความถี่คูณกับคะแนนยกกำลังสอง

### 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความตรง (Validity) ของสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่น และชาติุกำมันตรังสี และความตรงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่นและชาติุกำมันตรังสี โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตรของโรวีเนลลีและแฮมเบลตัน 1997 (อ้างถึงในล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543: 248-249)

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง +1 ถึง -1  
 $\Sigma R$  หมายถึง ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก-ง่าย (Difficulty Index) ของข้อคำถามในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี จากสูตร ของ Hopkins และ Antes 1985 (อ้างถึงในล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543: 184)

$$P_E = \frac{Nr}{Nt}$$

เมื่อ  $P_E$  หมายถึง ดัชนีค่าความยาก-ง่าย  
 $Nr$  หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก  
 $Nt$  หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index) ของข้อคำถามในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี โดยใช้เทคนิค 27% แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543: 186)

$$D = \frac{U}{NU} + \frac{L}{NL}$$

เมื่อ  $D$  หมายถึง ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
 $U$  หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง  
 $L$  หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ  
 $NU$  หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง  
 $NL$  หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 215)

$$r_{tt} = \frac{k}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{\sigma^2} \right\}$$

- เมื่อ  $k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบ
- $p$  หมายถึง สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้ =  $\frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำถูกจำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$
- $q$  หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด =  $1 - q$
- $\sigma^2$  หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ หาได้จาก

$$\sigma^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

3.1 สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้การทดสอบ แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน (t-test Dependent Sample) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540:166) มีสูตร ดังนี้

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

- เมื่อ  $\sum D$  หมายถึง ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
- $\sum D^2$  หมายถึง ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
- $N$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ไม่แตกต่างกับคะแนนหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิมแล้วนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน

ค่าเฉลี่ย โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73 )

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

- เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

- เมื่อ  $SD$  หมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $n$  หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของความถี่คูณกับคะแนน  
 $\sum X^2$  หมายถึง ผลรวมของความถี่คูณกับคะแนนยกกำลังสอง

การทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน

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

- เมื่อ  $\sum D$  หมายถึง ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนและคะแนนทดสอบหลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์  
 $\sum D^2$  หมายถึง ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนและคะแนนทดสอบหลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยนำไปทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาแห้ววิทยา อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ แทนความหมายดังต่อไปนี้

$n$	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$SD$	แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum D$	แทน ผลรวมของคะแนนผลต่างแต่ละตัว
$\sum D^2$	แทน ผลรวมของคะแนนผลต่างแต่ละตัวยกกำลังสอง
$t$	แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาของการแจกแจงแบบที

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี

ตอนที่ 2 ศึกษาการวัด ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับขั้น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี หลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี

การทดสอบ	$n$	$\bar{X}$	$SD$	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	$t$
ก่อนเรียน	38	18.71	4.21	174	1682	5.77
หลังเรียน	38	23.28	5.16			

$$t_{(0.01; df 37)} = 2.43$$

จากตาราง 3 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เท่ากับ 18.71 และ 4.21 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เท่ากับ 23.28 และ 5.16 ตามลำดับ จะเห็นว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 4.57 แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 174 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนแตกต่างกัน ดังนั้น จึงสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้



ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี หลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์

การทดสอบ	$n$	$\bar{X}$	$SD$	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	$t$
หลังเรียน	38	23.28	5.16			
				11	43	1.72
หลัง 2 สัปดาห์	38	23.00	5.20			

$$t_{(.01;df 37)} = 2.43$$

จากตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน กับ คะแนนค่าเฉลี่ยหลังเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกัน (อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01) โดยคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลัง เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เท่ากับ 23.28 และ 5.16 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เท่ากับ 23.00 และ 5.20 ตามลำดับ จะเห็นว่า คะแนนเฉลี่ยหลัง เว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ลดลงจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 0.28 แสดงว่านักเรียนยังคงไว้ซึ่ง ผลการเรียนรู้หรือความสามารถที่จะระลึกถึงเนื้อหา เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี และ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนหลังเรียนและหลังเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เท่ากับ 11 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและหลังเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ของนักเรียนไม่ แตกต่างกัน ดังนั้น จึงสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุ แทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มีความคงทนในการเรียนรู้หลังเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผลวิจัยสามารถสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีที่พัฒนาขึ้นในด้านต่อไปนี้
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี
  - 2.2 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากได้เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกับคะแนนหลังเรียน

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

##### ขอบเขตของการวิจัย

##### ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนาแห้ว วิทยา  
อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19

## กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนนาแห้ว วิทยา อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 จำนวน 1 ห้องเรียน 38 คน ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

## ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติพันธุ์ชนและชาติกัมมันตรังสี
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง ชาติพันธุ์ชนและชาติกัมมันตรังสี
  - 2.2 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง ชาติพันธุ์ชนและชาติกัมมันตรังสี

## เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชา เคมีเพิ่มเติม เรื่อง ชาติพันธุ์ชนและชาติกัมมันตรังสี ตรงตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 3: สารและสมบัติของ สาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยตัวชีวิตดังนี้ 1) สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้าง อะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ 2) วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา 3) อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

- |          |                    |
|----------|--------------------|
| หน่วยที่ | 1 ชาติพันธุ์ชน     |
| หน่วยที่ | 2 ชาติกัมมันตรังสี |

## ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้ เวลาทดลอง 9 คาบ คาบละ 50 นาที

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี

## วิธีดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 2 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีการดำเนินการดังนี้

**ตอนที่ 1** การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และโครงสร้างของหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด คุณภาพผู้เรียน เพื่อใช้ในการกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2. นำผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี โดยผ่านการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3. ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 5 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสีให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

**ตอนที่ 2** การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี โดยนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 38 คน

1. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่นและธาตุกัมมันตรังสี ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียน

3. ศึกษา การวัด ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสีกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์

4. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และเว้นระยะ 2 สัปดาห์ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี โดยใช้การทดสอบที่ แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน (t-test Dependent Sample)
2. วิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้ โดยนำคะแนนหลังเรียนที่ได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี นำมาเปรียบเทียบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนและหลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่ แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน (t-test Dependent Sample)
3. เปรียบเทียบผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนกับผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนหลังเรียนและหลังเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันกับคะแนนหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มีผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนหลังเรียนและหลังเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์

## อภิปรายผล

จากการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี พบว่า มีคุณภาพในด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับดี และนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันกับคะแนนหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการศึกษผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีสูงกว่าก่อนเรียน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เท่ากับ 18.71 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เท่ากับ 23.28 จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ในระยะเวลา 9 คาบนั้น ทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 4.57 แสดงว่าการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

ประการแรก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการสอดแทรกบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเข้าไปในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ที่มีลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน คือขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล ซึ่งครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกจัดกิจกรรม ประสพการณ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน

ประการที่สอง บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ถูกสร้างขึ้นตามขั้นตอนกระบวนการทางการวิจัยมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผ่านการตรวจสอบและประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีเป็นสื่อการเรียนที่น่าสนใจ นักเรียนมีความกระตือรือร้นและตั้งใจเรียนมากขึ้น เพราะในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มีเนื้อหาไม่ยากหรือง่ายเกินไป สื่อที่หลากหลายและมีความแปลกใหม่แตกต่างจากหนังสือเรียน มีวิดีโอให้นักเรียนชมในขั้นสร้างความสนใจ มีภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ต่างๆ เสียงดนตรี ทั้งนี้ยังรวมถึงการใช้โปรแกรมสาธิตการทดลองทางเคมี ( Crocodile Chemistry)

ที่เป็นการจำลองการทดลองทางเคมีเสมือนนักเรียนได้ทำการทดลองนั้นจริง และมีเอกสารประกอบการเรียนที่นักเรียนได้มีการจดบันทึกความรู้ต่างๆ ประกอบกับการเรียนไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัครเดช จำนงธรรม ( 2549: 49) ที่กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. จากการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี มีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันกับคะแนนหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 โดยคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เท่ากับ 23.28 และคะแนนเฉลี่ยหลังเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เท่ากับ 23.00 จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หลังจากเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี เป็นสื่อที่หลากหลายและมีความแปลกใหม่ ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และจดจำ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของกาเย่ (Gagne. 1970: 70-71) ที่ได้อธิบายขั้นตอน ของกระบวนการเรียนรู้และการจดจำไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความเข้าใจ ( Apprehension) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์เป็นสิ่งเร้า 2) ขั้นการเรียนรู้ ( Acquisition) ขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นความสามารถใหม่ขึ้น 3) ขั้นเก็บไว้ในความจำ (Storage) คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปเก็บไว้ในส่วนของความจำเป็นช่วงเวลา 4) ขั้นการรื้อฟื้น (Retrieval) คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนแล้วและเก็บไว้นั้นออกมาใช้ในลักษณะของการกระทำ เป็นสิ่งที่สังเกตได้

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 สถานศึกษาที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุทรนชิชัน และชาติุกำมันตรังสี ต้องมีความพร้อมในเรื่องของคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ และระบบเสียง

1.2 ครูควรคำนึงถึงความสว่างในห้องที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพราะแสงสว่างมีผลต่อการมองเห็นภาพบนจอรับภาพ ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

1.3 ในการเรียนรู้ครูต้องมีการกระตุ้นนักเรียนให้มีการจดบันทึกในเอกสารประกอบการเรียนด้วย เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น

1.4 ในการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุทรนชิชัน และชาติุกำมันตรังสี คอมพิวเตอร์อาจเกิดความขัดข้องหรือมีปัญหา ดังนั้นครูควรมีความรู้ในเรื่องคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี เพื่อคอยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุทรนชิชันและชาติุกำมันตรังสี ควรเพิ่มระยะเวลาในเปรียบเทียบหลังสิ้นสุดการทดลอง 2 สัปดาห์กับ 4 สัปดาห์

2.2 การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุทรนชิชันและชาติุกำมันตรังสี ควรมีการศึกษาผลกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุทรนชิชันและชาติุกำมันตรังสี

2.3 ผู้สอนควรมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปพัฒนาและประยุกต์ใช้กับเนื้อหาวิชาอื่นๆ ที่เนื้อหาต้องมีการสาธิตหรือแสดงภาพเคลื่อนไหวให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น





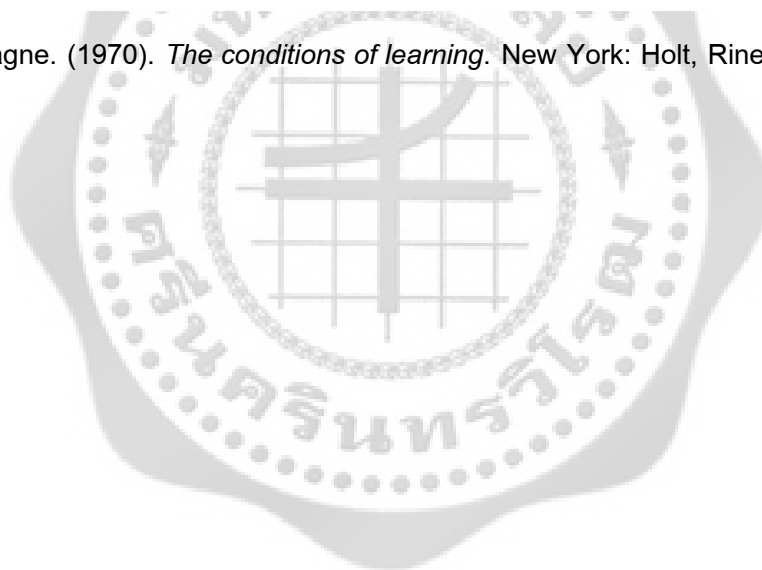
บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. ( 2551). *การปฏิรูปการศึกษาไทยในยุคการปฏิรูปการปกครอง*. กรุงเทพฯ : กระทรวง.
- กนกรัตน์ บุญไชโย. (2549). *การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ศรีเดชา.*
- กันยา แสงสุวรรณ. (2532). *จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.*
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *ไอซีทีเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.*
- จารุพร รุทเทวิน. (2547). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยเน้นการจัดระบบความคิด เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. รายงานการศึกษาอิสระ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.*
- ชม ภูมิภาค. (2528). *เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา = Instructional and educational technology. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.*
- ชัยพร วิชชาวุธ. (2520). *ความจำมนุษย์ = Human memory. กรุงเทพฯ: แผนกวิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ชะเอม ชวลิตชัยชาญ. (2530). *การทดลองสอนคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ และการหารกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันโดยวิธีการสอนแบบวรรณิ์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การประถมศึกษา ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- ทิพวรรณ เดชสงค์. (2551). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(เคมี). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- ประสาธ อติศรปรีชา. (2531). *จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยา การศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- (2547). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่5. มหาสารคาม: โครงการตำราคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- ปรีชา ช่างขวัญยืน. (2534). *เรียนดี – เรียนเก่ง. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ: น้องใหม่.*

- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฤทธิ์ชัย อ่อนมิ่ง. (2548). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ET-250*: เอกสารประกอบการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วารีย์ ว่องพินัยรัตน์. (2530). *การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์.
- วิจิตร สมบัติวงศ์. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning)*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง; อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง; และ วิชชุดา รัตนเพียร. (2540). *การวิเคราะห์โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). *นวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. พิมพ์ครั้งที่ 2, ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธิชา เพชรวีระ. (2550). *การเปรียบเทียบความคิดรวบยอดทางภาษา ความคงทนในการเรียนรู้ และความสนใจในการเรียนการสอนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรรคนิยม (Constructivism) กับการสอนแบบเดิม*. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว. 1(2): 101-108.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อัครเดช จำนงค์ธรรม. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Adams, Douglas P. (1967). *Applied kinematics*. New York: McGraw-Hill.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.

- Guan, Y.H. (2009). A study on the learning efficiency of multimedia-presented computer-based science information. *Educational Technology & Society*. 12(1): 62-72.
- Hagen, P. (2000, November). Cooperative learning in organic ii. increased retention on a commuter campus. *Journal of Chemical Education*. (11): 1441-1444.
- Mayer, E and Moreno R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. Learning and Instruction. *Learning and Instruction*. (12): 107-119.
- Najjar, J. (1996). Multimedia information and learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 5(2): 129-150.
- Park, H, Khan, S and Petrina S. (2009, May). ICT in science education: A quasi-experimental study of achievement, attitudes toward science, and career aspirations of Korean middle school students. *International Journal of Science Education*. 31(8): 993-1012.
- Robert M. Gagne. (1970). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.





The seal of Rajabhat Surin is a circular emblem with a scalloped outer edge. It features a central grid pattern with a cross-like symbol. The Thai text "มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" (Mahavithayalai Rajabhat Surin) is written around the perimeter of the seal.

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

## รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

นางสาวพัชรี ร่มพยอม

อาจารย์ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ  
วุฒิการศึกษา กศ.ด. วิทยาศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นางสาวสุกัญญา หงษ์ทอง

อาจารย์ โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ  
วุฒิการศึกษา วศ.ม. เคมี  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นางสาวดาวใจ พิมพ์เสนา

ครู วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนภูเรือวิทยา  
วุฒิการศึกษา ค.บ. คอมพิวเตอร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย





ที่ ศธ 0519.12/1222

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๘ มีนาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนาแห้ววิทยา

เนื่องด้วย นางสาวธัญญรัศม์ สุขขร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสีเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุโซ๊ะ กุโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอใช้สถานที่ห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 4” จำนวน 38 คน 1 ห้องเรียน ตอบแบบทดสอบ แผนการสอน และบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ในระหว่างเดือนมกราคม - มีนาคม 2555

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ให้ นางสาวธัญญรัศม์ สุขขร ได้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 089-380-6432





### ภาคผนวก ข

- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนชิชัน และ ชาติุกำมันตรังสี (ด้านเนื้อหา)
- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนชิชัน และ ชาติุกำมันตรังสี (ด้านเทคโนโลยีการศึกษา)

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย**  
**เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี**  
**(ด้านเนื้อหา)**

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง “ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี” ว่ามีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย  $\surd$  ลงในช่วงระดับความคิดเห็นตามระดับค่าคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นระดับ ดังนี้

ระดับ	5 หมายถึง ดีมาก
ระดับ	4 หมายถึง ดี
ระดับ	3 หมายถึง ปานกลาง
ระดับ	2 หมายถึง พอใช้
ระดับ	1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องของเนื้อหา					
2. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3. ความเหมาะสมของเนื้อหากับเวลาที่นำเสนอ					
4. ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
5. ความถูกต้องของการใช้ภาษา					
6. ความเหมาะสม สอดคล้องของเนื้อหากับภาพที่นำเสนอ					
7. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน					
8. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ					
9. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
10. ความชัดเจนของเนื้อหา					

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นอื่นๆ.....

.....

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้ประเมิน

( \_\_\_\_\_ )

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย**  
**เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี**  
**(ด้านเทคโนโลยีการศึกษา)**

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง “ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี” ว่ามีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย  $\surd$  ลงในช่วงระดับความคิดเห็นตามระดับค่าคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นระดับ ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก  
 ระดับ 4 หมายถึง ดี  
 ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง  
 ระดับ 2 หมายถึง พอใช้  
 ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้					
2. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรที่ใช้					
3. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้					
4. ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีพื้นจอภาพ					
5. ความถูกต้องของเสียงบรรยายในบทเรียน					
6. ความชัดเจนของภาพที่ใช้ในบทเรียน					
7. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในบทเรียน					
8. ความเหมาะสมของเสียงดนตรี					
9. ความเหมาะสม สอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวิดิทัศน์ที่น่าเสนอ					
10. ความต่อเนื่องของการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน					

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นอื่นๆ.....

.....

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้ประเมิน

( \_\_\_\_\_ )

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_

ตาราง 5 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	1	2	3		
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	4.33	ดี
2. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	ดี
3. ความเหมาะสมของเนื้อหากับเวลาที่นำเสนอ	3	4	4	3.66	ปานกลาง
4. ความเหมาะสมของการจัดลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4	3	4	3.66	ปานกลาง
5. ความถูกต้องของการใช้ภาษา	4	4	4	4.00	ดี
6. ความเหมาะสม สอดคล้องของเนื้อหากับภาพที่นำเสนอ	4	5	4	4.33	ดี
7. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	5	4	5	4.66	ดี
8. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	5	5	4	4.66	ดี
9. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4	5	5	5.00	ดีมาก
10. ความชัดเจนของเนื้อหา	5	4	5	4.66	ดี
เฉลี่ยโดยรวม				4.33	ดี

ตาราง 6 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	1	2	3		
1. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ที่ใช้	4	5	4	4.33	ดี
2. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร ที่ใช้	5	5	5	5.00	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้	5	5	4	4.66	ดี
4. ความเหมาะสมของการเลือกใช้ สีพื้นจอภาพ	4	4	5	4.33	ดี
5. ความถูกต้องของเสียงบรรยายใน บทเรียน	5	5	5	5.00	ดีมาก
6. ความชัดเจนของภาพที่ใช้ใน บทเรียน	4	5	5	4.66	ดี
7. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว ที่ใช้ในบทเรียน	5	4	5	4.66	ดี
8. ความเหมาะสมของเสียงดนตรี	3	4	4	3.66	ปานกลาง
9. ความเหมาะสม สอดคล้องของ เนื้อหากับวัตถุประสงค์ที่นำเสนอ	5	4	4	4.33	ดี
10. ความต่อเนื่องของการนำเสนอ เนื้อหาในบทเรียน	4	3	4	3.66	ปานกลาง
<b>เฉลี่ยโดยรวม</b>				4.43	ดี

### ภาคผนวก ค

- ตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติอุทธรณ์ชัช และชาติอุทธรณ์ชัง
- ตารางแสดงความคืบหน้าในการเรียนรู้ หลังเรียนและเมื่อเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติอุทธรณ์ชัช และชาติอุทธรณ์ชัง

ตาราง 7 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสี

ลำดับที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)	$D^2$
1	11	19	8	64
2	21	30	9	81
3	22	36	14	196
4	23	23	0	0
5	28	27	-1	1
6	19	17	-2	4
7	16	15	-1	1
8	17	20	3	9
9	18	20	2	4
10	20	26	6	36
11	24	32	8	64
12	29	25	-4	16
13	15	25	10	100
14	21	21	0	0
15	13	24	11	121
16	14	22	8	64
17	17	22	5	25
18	21	21	0	0
19	13	17	4	16
20	25	35	10	100
21	19	24	5	25
22	18	16	-2	4
23	18	20	2	4
24	16	22	6	36
25	25	26	1	1
26	15	21	6	36
27	16	24	8	64
28	17	21	4	16

ตาราง 7 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
29	18	21	3	9
30	22	31	9	81
31	19	32	13	169
32	17	29	12	144
33	16	18	2	4
34	22	19	-3	9
35	12	23	11	121
36	20	22	2	4
37	14	21	7	49
38	20	18	-2	4
$\bar{X}$	18.71	23.28		
$\Sigma D$			174	
$\Sigma D^2$				1682

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{174}{\sqrt{\frac{38(1682) - (174)^2}{38-1}}}$$

$$t = \frac{174}{\sqrt{\frac{63916 - 30276}{37}}}$$

$$t = \frac{174}{\sqrt{909.19}}$$

$$t = 5.77$$



ตาราง 8 แสดงความคงทนในการเรียนรู้ หลังเรียนและเมื่อเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยบทเรียน  
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุแทรนซิชั่น และชาติุกำมมันตริงสี

ลำดับที่	หลังเรียน	ทดสอบหลังเรียน	ผลต่าง (D)	$D^2$
1	19	17	-2	64
2	30	30	0	81
3	36	35	-1	196
4	23	22	-1	0
5	27	26	-1	1
6	17	18	1	4
7	15	15	0	1
8	20	20	0	9
9	20	19	-1	4
10	26	25	-1	36
11	32	32	0	64
12	25	28	3	16
13	25	25	0	100
14	21	21	0	0
15	24	24	0	121
16	22	22	0	64
17	22	21	-1	25
18	21	20	-1	0
19	17	17	0	16
20	35	35	0	100
21	24	24	0	25
22	16	17	1	4
23	20	20	0	4
24	22	22	0	36
25	26	26	0	1
26	21	20	-1	36
27	24	24	0	64
28	21	20	-1	16

ตาราง 8 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)	D <sup>2</sup>
29	21	19	-2	9
30	31	30	-1	81
31	32	32	0	169
32	29	29	0	144
33	18	17	-1	4
34	19	20	1	9
35	23	23	0	121
36	22	20	-2	4
37	21	19	-2	49
38	18	20	2	4
$\bar{X}$	23.28	23		
$\Sigma D$			-11	
$\Sigma D^2$				43

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma x)^2}{N - 1}}}$$

$$t = \frac{-11}{\sqrt{\frac{38(43) - (-11)^2}{38 - 1}}}$$

$$t = \frac{-11}{\sqrt{\frac{1634 - 121}{37}}}$$

$$t = \frac{-11}{\sqrt{40.89}}$$

$$t = 1.72$$

The logo of Rajabhat Buriram University is a circular emblem with a scalloped border. It features a central grid pattern with a large Thai character 'ก' (Ka) in the center. The text 'มหาวิทยาลัยราชภัฏบรจรัม' (Mahavithayalai Rajabhat Buriram) is written around the inner circle, and 'บรจรัม' (Buriram) is written at the bottom.

**ภาคผนวก ง**

- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชัน
- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุกัมมันตรังสี

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุแทรนซิชัน

รายวิชา เคมีเพิ่มเติม  
รหัสวิชา ว 31221  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1  
เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน

ครูผู้สอน นางสาวธัญญรัตน์ สุขพร

## คำชี้แจง

- ให้นักเรียนดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูบรรยาย
- นักเรียนต้องใช้เอกสารประกอบการเรียนควบคู่ไปกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
- นักเรียนควรตั้งใจเรียนและปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ
- หากนักเรียนไม่เข้าใจหรือเกิดข้อสงสัยให้สอบถาม

คุณครู



## ทดสอบก่อนเรียน (PRE-TEST)

- โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี



แบบทดสอบ



## ตารางธาตุ

new Original		โลหะดิวเทอโร		แก๊สเฉื่อย		Solid																	
1	H	2	He																			18	Ar
3	Li	4	Be																			18	Ne
5	Na	6	Mg																			18	Ar
7	K	8	Ca																			18	Ar
9	Rb	10	Sr																			18	Ar
11	Cs	12	Ba																			18	Ar
13	Fr	14	Ra																			18	Ar
Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope																							
Note: The group numbers 1-10 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 110-118 are the IUPAC assignments of those numbers.																							

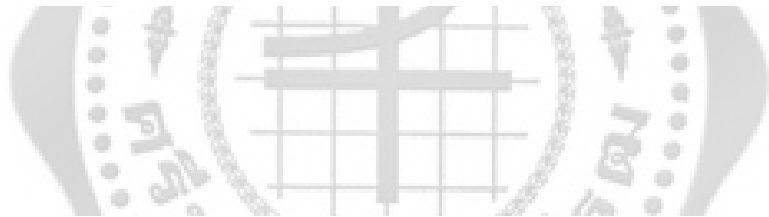
ที่มา : <http://www.ptable.com/Images/ตารางธาตุ.png>

ยังจำได้มั๊ยคะ.....  
ธาตุเรพริเซนเททึฟ  
แบ่งเป็นกี่หมู่

ธาตุเรพริเซนเททึฟแบ่ง  
ออกเป็นหมู่โดยใช้คุณสมบัติ  
ใดบ้าง



5



IA		IIA		ธาตุแทรนซิชัน																IIIA						IVA	VA	VIA	VIIA	
				IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIII		IB	IIIB							IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA							
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																			
		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn																			
		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48																			
		Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd																			
		57	72	73	74	75	76	77	78	79	80																			
		La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg																			
		89	104	105	106	107	108	109	110	111	112																			
		Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub																			

กลุ่มแลนทาไนด์

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

กลุ่มแอกทิไนด์

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

6

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1180>



- ธาตุกลุ่มที่อยู่ระหว่างหมู่ IIA และหมู่ IIIA มีชื่อเรียกว่าธาตุอะไร



- ธาตุกลุ่มที่อยู่ระหว่างหมู่ IIA และหมู่ IIIA มีสมบัติอย่างไร



7

### สมบัติบางประการและการจัดเรียงอิเล็กตรอนของ โพแทสเซียม แคลเซียม และธาตุแทรนซิชันในคาบที่ 4

ธาตุ	สมบัติ								
	เลขอะตอม	รัศมีอะตอมในโลหะ (pm)	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> )	IE <sub>1</sub> (kJ/mol)	อิเล็กโตรเนกาติวิตี	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน
K	19	227	63.5	759	0.89	425	0.82	[Ar] 3d <sup>0</sup> 4s <sup>1</sup>	2 8 8 1
Ca	20	197	842	1484	1.54	596	1.00	[Ar] 3d <sup>0</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 8 2
Sc	21	160	1541	2836	2.99	639	1.36	[Ar] 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 9 2
Ti	22	150	1670	3287	4.51	665	1.54	[Ar] 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 10 2
V	23	140	1910	3407	6.00	657	1.63	[Ar] 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 11 2
Cr	24	130	1907	2671	7.15	659	1.66	[Ar] 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	2 8 13 1
Mn	25	140	1246	2061	7.3	723	1.55	[Ar] 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 13 2
Fe	26	130	1538	2861	7.87	768	1.83	[Ar] 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 14 2
Co	27	130	1495	2927	8.86	766	1.88	[Ar] 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 15 2
Ni	28	130	1455	2913	8.90	743	1.91	[Ar] 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 16 2
Cu	29	130	1085	2562	8.96	752	1.90	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	2 8 18 1
Zn	30	130	419.53	907	7.14	913	1.65	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	2 8 18 2

## สมบัติบางประการของ K Ca และ Transition ในคาบที่ 4

1. ค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 และ ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี มีค่าต่ำเหมือนกัน
2. จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ของธาตุแทรนซิชันมีค่าสูงกว่า K และ Ca
3. ขนาดอะตอมของธาตุแทรนซิชันในคาบเดียวกันมีขนาดใกล้เคียงกัน



10

### แบบฝึกหัด เรื่อง สมบัติบางประการของ ธาตุแทรนซิชัน

- ธาตุแทรนซิชันส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน เท่ากับ.....
- แนวโน้มของรัศมีอะตอมของธาตุแทรนซิชันในคาบเดียวกันเป็นอย่างไร
- ขนาดอะตอมของธาตุแทรนซิชันกับ K และ Ca มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- จุดเดือด จุดหลอมเหลว ของธาตุแทรนซิชันกับ K และ Ca มีค่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ค่า  $IE_1$  และค่า EN ของธาตุแทรนซิชันกับ K และ Ca มีค่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร





## การทดลอง เรื่อง การศึกษาสมบัติของสารประกอบของ Cr และ Mn

**จุดมุ่งหมาย** เพื่อศึกษาสีของสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน และเลขออกซิเดชัน

**จุดประสงค์การทดลอง**

1. เพื่อศึกษาสมบัติบางประการของสารประกอบของธาตุโครเมียมและแมงกานีส
2. บอกเหตุผลที่ธาตุโครเมียมและแมงกานีสเกิดสารประกอบได้หลายชนิดและมีสีต่าง ๆ กันได้



12

### สารเคมีและอุปกรณ์

#### สารเคมี

- >  $K_2Cr_2O_7$  Solution
- >  $H_2SO_4$  Solution
- >  $H_2O_2$  Solution
- > NaOH
- >  $MnO_2$
- >  $Na_2S$  Solution
- > NaOH Solution
- > น้ำกลั่น



#### อุปกรณ์

- > หลอดทดลองขนาดเล็ก 4 หลอด
- > หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด
- > หลอดขีดขนาด  $10\text{ cm}^3$  1 หลอด
- > หลอดหยดอย่างยาว 2 อัน
- > กรวยกรอง 1 อัน
- > กระดาษกรอง 1 แผ่น
- > ช้อนตวงเบอร์ 1 1 อัน
- > ตะเกียงแอลกอฮอล์ 1 ดวง
- > ที่จับหลอดทดลอง 1 อัน
- > เครื่องชั่ง 1 เครื่อง

13

## ขั้นตอนการทดลอง

ตอนที่ 1 สารประกอบของโครเมียม



ใส่  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0.1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 1.0 cm<sup>3</sup> ลงในหลอดทดลอง

เติม  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 1.0 cm<sup>3</sup> **เขย่า สังเกตสี**

เติม  $\text{H}_2\text{O}_2$  เข้มข้น 6% โดยปริมาตร จำนวน 1 cm<sup>3</sup>  
**เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง**

## โปรแกรมการทดลองเคมี (Crocodile Chemistry)

ตอนที่ 1 สารประกอบของโครเมียม

(เริ่มทำการทดลองกันเลยคะ)



Crocodile  
Chemistry

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

วิธีการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
เติม $H_2SO_4$ ลงใน $K_2Cr_2O_7$ ซึ่งมีสีส้ม	สารละลายยังเป็นสีส้มเหมือนเดิม
เติม $H_2O_2$ ลงในสารละลายผสมของ $K_2Cr_2O_7$ กับ $H_2SO_4$	สารละลายเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีเขียว และมีฟองแก๊สเกิดขึ้นด้วย



### ตอนที่ 2 สารประกอบของแมงกานีส



นำสารละลายประมาณ 2 cm<sup>3</sup> ใส้ในหลอดทดลอง เติม H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
**เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง**



หยด Na<sub>2</sub>S ที่ละลาย **เขย่า สังเกตสีของตะกอนและสารละลาย**



นำสารละลายประมาณ 2 cm<sup>3</sup> เติม NaOH ที่ละลาย  
 พร้อม**เขย่า สังเกตสีของตะกอนที่เกิดขึ้น**



เขย่าต่อไปอีกประมาณ 2 นาที **สังเกตสีของตะกอนและสารละลาย**



## โปรแกรมการทดลองเคมี (Crocodile Chemistry)

**ตอนที่ 2 สารประกอบของแมงกานีส**

(เริ่มทำการทดลองกันเลยล่ะ)



Crocodile  
Chemistry

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

วิธีการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
เผา NaOH กับ $MnO_2$ จนหลอมเหลว และตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำลงไป	ได้สารละลายสีเขียว
เติม $H_2SO_4$ ลงในสารละลาย	ได้สารละลายสีม่วงแดง
หยดสารละลาย $Na_2S$ ลงในสารละลาย	เกิดตะกอนขาว สารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
หยดสารละลาย NaOH ลงในสารละลาย	มีตะกอนสีน้ำตาลอ่อนเกิดขึ้น ตั้งทิ้งไว้สักพักจะมีสีเข้มขึ้น



## อภิปรายผลการทดลอง

1. Cr และ Mn เกิดสารประกอบได้หลายชนิด มีสีต่างกัน
2. สารละลายเปลี่ยนจากสีส้ม  $\longrightarrow$  สีเขียว  
 $Cr^{6+} \longrightarrow Cr^{3+}$
3.  $MnO_4^{2-} \longrightarrow MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} \longrightarrow Mn(OH)_3$   
 สีเขียว                      ม่วงแดง                      ชมพูอ่อน                      น้ำตาล
4. สีของสารกับเลขออกซิเดชันของธาตุทรานซิชันมีความสัมพันธ์กัน

นักเรียนช่วยกัน  
อภิปราย

ทำไมสารประกอบของธาตุทรานซิชันจึงมีสีต่างกัน

อย่าลืมจดบันทึกลงใน  
เอกสารประกอบการเรียน  
นะคะ

22



ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของสารประกอบ

- 1) เลขออกซิเดชันของธาตุทรานซิชัน
- 2) ชนิดและจำนวนโมเลกุลหรือไอออนที่ล้อมรอบธาตุทรานซิชัน



23



ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องธาตุกัมมันตรังสี

## ธาตุกัมมันตรังสี

1

รายวิชา เคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 31221  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องธาตุกัมมันตรังสี  
 ครูผู้สอน นางสาวชญญรัศม์ สุภษร

## คำชี้แจง

2

- ❖ ให้นักเรียนดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูบรรยาย
- ❖ นักเรียนต้องใช้เอกสารประกอบการเรียนควบคู่ไปกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
- ❖ นักเรียนควรตั้งใจเรียนและปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ
- ❖ หากนักเรียนไม่เข้าใจหรือเกิดข้อสงสัยให้สอบถามคุณครู





## ธาตุกัมมันตรังสี

3



ให้นักเรียนดูวิดีโอเรื่อง สารกัมมันตรังสี คืออะไร  
.....อย่าลืมจดบันทึกนะคะ



สารกัมมันตรังสี



สารกัมมันตรังสี ( Radioactive Element ) หมายถึง ไอโซโทปของธาตุที่มีนิวเคลียสไม่เสถียร และสามารถเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสกลายเป็น ธาตุใหม่ที่เสถียรมากขึ้นโดยการปลดปล่อยรังสีแอลฟา เบตา และ แกมมา ออกมา.....



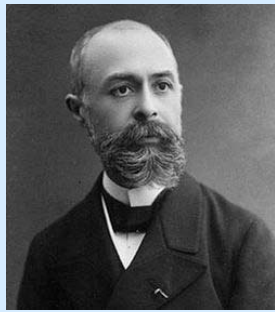
ตัวอย่างสารกัมมันตรังสี.... U-235....  
Th-232 .... Rn-222.....I-131..... Co-60



4

## ประวัติและการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี

5



องตวน อองรี เบ็กเคอเรล



ปีแอร์ และมารี กูรี

ที่มา : <http://th.wikipedia.org/wiki>

ที่มา : [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=56084](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=56084)

6

ธาตุกัมมันตรังสีอยู่  
ตรงไหนกันบ้าง ?

### Periodic Table of Elements

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1 H Hydrogen	2 He Helium											3 Li Lithium	4 Be Beryllium	5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium											13 Al Aluminum	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon		
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton		
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon		
55 Cs Cesium	56 Ba Barium	57-71 La-Lu Lanthanoids	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury	81 Tl Thallium	82 Pb Lead	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon		
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89-103 Ac-Lr Actinoids																	
For elements with no stable isotopes, the mass number of the isotope with the longest half-life is in parentheses.																			
Design and Interface Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com) <a href="http://www.ptable.com/">http://www.ptable.com/</a>																			
89 La Lanthanum	90 Ce Cerium	91 Pr Praseodymium	92 Nd Neodymium	93 Pm Promethium	94 Sm Samarium	95 Eu Europium	96 Gd Gadolinium	97 Tb Terbium	98 Dy Dysprosium	99 Ho Holmium	100 Er Erbium	101 Tm Thulium	102 Yb Ytterbium	103 Lu Lutetium					
104 Ac Actinium	105 Th Thorium	106 Pa Protactinium	107 U Uranium	108 Np Neptunium	109 Pu Plutonium	110 Am Americium	111 Cm Curium	112 Bk Berkelium	113 Cf Californium	114 Es Einsteinium	115 Fm Fermium	116 Md Mendelevium	117 No Nobelium	118 Lr Lawrencium					

ที่มา : <http://www.ptable.com/Images/ตารางธาตุ.png>

## ธาตุกัมมันตรังสี

7

- 1) ธาตุที่มีนิวเคลียสไม่เสถียร
- 2) แผ่รังสีออกมาได้อย่างต่อเนื่อง
- 3) มีการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสกลายเป็นธาตุใหม่ที่เสถียรมากขึ้น
- 4) ส่วนใหญ่มีเลขอะตอมสูงกว่า 83



อัตราส่วนของจำนวนนิวตรอนต่อจำนวนโปรตอน



นิวเคลียสที่มีอัตราส่วนระหว่างจำนวนนิวตรอนต่อจำนวนโปรตอน  
ไม่เหมาะสม  $\longrightarrow$  ธาตุใหม่

## ชนิดและสมบัติของรังสีบางชนิด

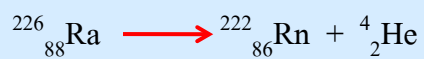
9

ชนิดของรังสี	สัญลักษณ์	สมบัติ
แอลฟา	$\alpha$ หรือ ${}^4_2\text{He}$	- ประจุไฟฟ้า +2 - เลขมวล 4 - อำนาจทะลุทะลวงต่ำ
บีตา	$\beta$ หรือ ${}^0_{-1}\text{e}$	- ประจุไฟฟ้า -1 - มีมวลเท่ากับมวลของอิเล็กตรอน - อำนาจทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีแอลฟาถึง 100 เท่า
แกมมา	$\gamma$	- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก - ไม่มีประจุ ไม่มีมวล - อำนาจทะลุทะลวงสูงมาก

## การแผ่รังสีแอลฟา

10

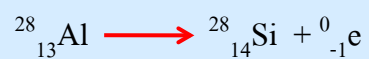
- เลขอะตอมสูงกว่า 82
- มีจำนวน n ต่อ p ในสัดส่วนไม่เหมาะสม
- กลายเป็นนิวเคลียสใหม่ที่มีเลขอะตอมลดลง 2 เลขมวลลดลง 4



## การแผ่รังสีบีตา

11

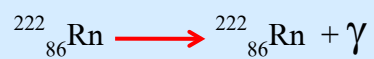
- เกิดกับนิวเคลียสที่มีจำนวน n มากกว่า p
- เลขอะตอมเพิ่มขึ้น 1 เลขมวลเท่าเดิม



## การแผ่รังสีแกมมา

12

- เกิดกับไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีพลังงานสูงมาก



## แบบฝึกหัด การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

1.  ${}_{83}^{214}\text{Bi}$   $\longrightarrow$  ..... +  ${}^4_2\text{He}$
2.  ${}_{84}^{218}\text{Po}$   $\longrightarrow$   ${}^4_2\text{He}$  + .....
3.  ${}_{82}^{214}\text{Pb}$   $\longrightarrow$  ..... +  ${}^0_{-1}e$
4.  ${}_{29}^{66}\text{Cu}$   $\longrightarrow$   ${}_{30}^{66}\text{Zn}$  + .....
5.  ${}_{81}^{209}\text{Ti}$   $\longrightarrow$  ..... +  $\gamma$

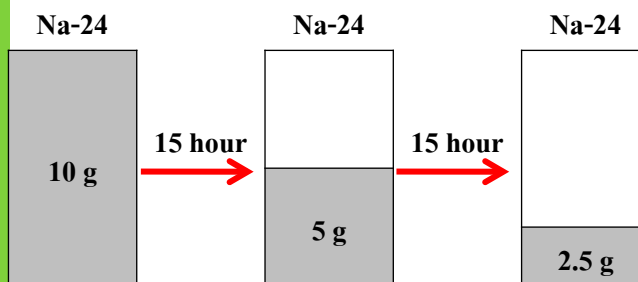


13

14

ครึ่งชีวิตของ  
ธาตุกัมมันตรังสี

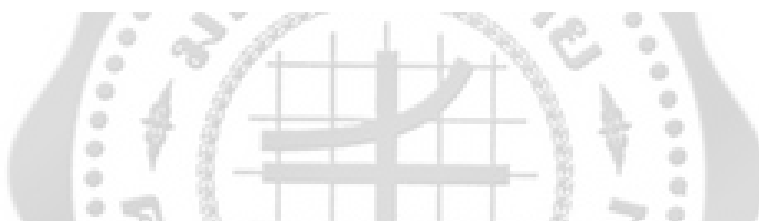
$t_{1/2}$  หมายถึง ระยะเวลาที่นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี  
สลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม



## ตัวอย่างครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีบางชนิด

15

ไอโซโทปกัมมันตรังสี	ครึ่งชีวิต	รังสีที่แผ่ออกมา
$^{214}_{84}\text{Po}$	$1.6 \times 10^{-4}$ วินาที	$\alpha$
$^{131}_{53}\text{I}$	8.1 วัน	$\beta$
$^{60}_{27}\text{Co}$	5.3 ปี	$\beta$
$^{226}_{88}\text{Ra}$	1600 ปี	$\alpha$ และ $\beta$
$^{14}_6\text{C}$	5730 ปี	$\beta$
$^{238}_{92}\text{U}$	$4.5 \times 10^9$ ปี	$\alpha$



## ธาตุ X มีครึ่งชีวิต 10 ชั่วโมง หมายความว่าอย่างไร

16

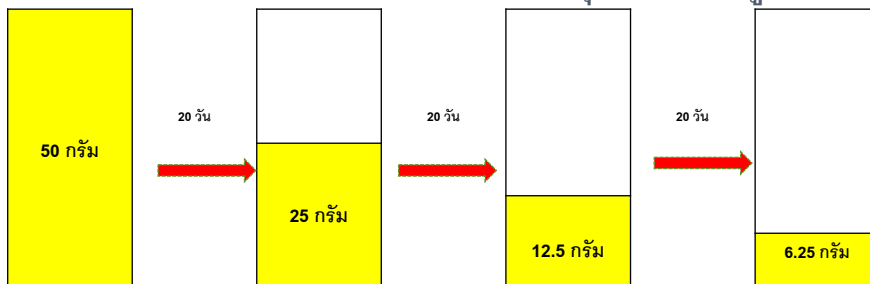
หมายความว่า นิวเคลียสของธาตุ X จะสลายตัวให้รังสีออกมาจนกระทั่งเวลาผ่านไป 10 ชั่วโมง ปริมาณของธาตุ X จะเหลืออยู่เพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น



## ตัวอย่างโจทย์ ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

17

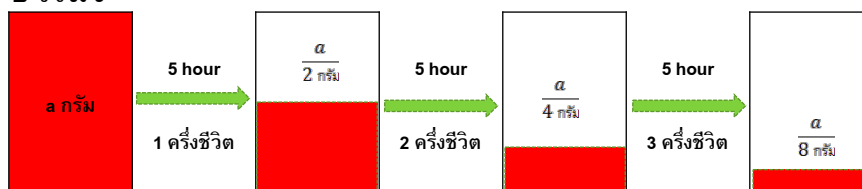
**ตัวอย่างที่ 1** ธาตุ Y มีครึ่งชีวิต 20 วัน เริ่มต้นมีธาตุ Y 50 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน จะมีธาตุ Y เหลืออยู่เท่าใด



## ตัวอย่างโจทย์ ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

18

**ตัวอย่างที่ 2** จงหาปริมาณเริ่มต้นของธาตุกัมมันตรังสี Z เมื่อนำธาตุ Z จำนวนหนึ่งมาวางไว้เป็นเวลา 15 ชั่วโมง ปรากฏว่ามีมวลเหลือ 0.5 กรัม ครึ่งชีวิตของ Z เท่ากับ 5 ชั่วโมง





## แบบฝึกหัด เรื่อง ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี

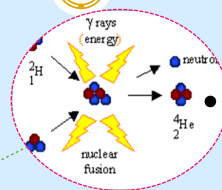


ครึ่งชีวิต

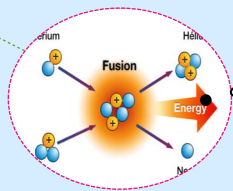
19

## ปฏิกิริยานิวเคลียร์

20



• ปฏิกิริยาฟิชชัน



ปฏิกิริยาฟิวชัน

## ปฏิกิริยาฟิวชัน

21

นิวเคลียส  
นิวตรอน

นิวตรอนจาก  
ปฏิกิริยาฟิวชัน

ปฏิกิริยาฟิวชัน

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1186>

## ปฏิกิริยาฟิวชัน

22

D + D → <sup>3</sup>He + N.

E

Proton

Neutron

<http://fusion.srubar.net>

ที่มา : <http://fusion.srubar.net/principles-of-nuclear-fusion.html>

## แบบฝึกหัด เรื่อง ปฏิกริยานิวเคลียร์



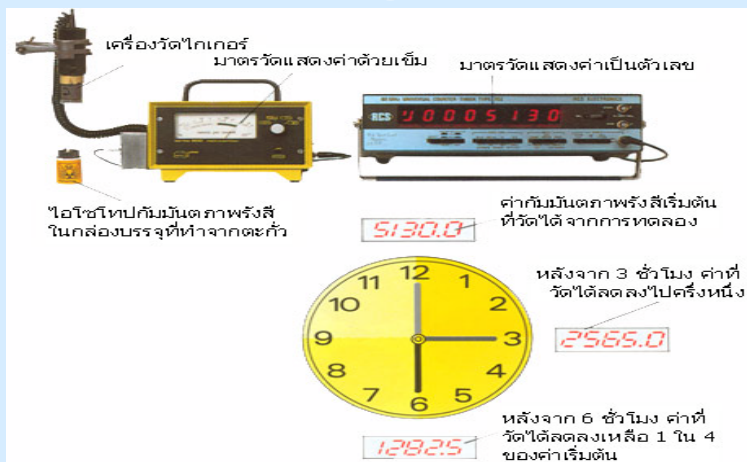
ปฏิกริยานิวเคลียร์

23



## การตรวจสอบสารกัมมันตรังสี

24



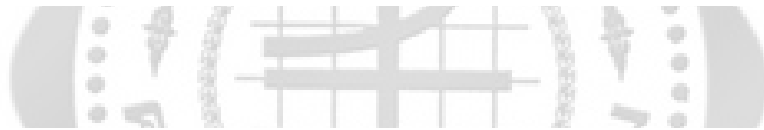
ที่มา : [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=34114](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=34114)

## เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสี

25



### พลังงานนิวเคลียร์



### ด้านธรณีวิทยา

26

- การใช้ C-14 คำนวณหาอายุของวัตถุโบราณหรืออายุของซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งหาได้จากในบรรยากาศมี C-14 ซึ่งเกิดจากไนโตรเจนรวมตัวกับนิวตรอนจากรังสีคอสมิกเกิดปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนกับนิวตรอน เกิดเป็น C-14 และ H-1 ซึ่ง C-14 จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนกลายเป็น  $^{14}\text{CO}_2$  ดังนั้นในอากาศที่หายใจเข้าไป จึงมี  $^{14}\text{CO}_2$  ปะปนอยู่ด้วย และ  $^{14}\text{CO}_2$  ที่เกิดขึ้น พืชได้นำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงด้วย สัตว์กินพืช คนกินสัตว์และพืช ดังนั้นในสิ่งมีชีวิตจึงมี C-14 ในขณะที่พืชหรือสัตว์ยังมีชีวิตอยู่ C-14 จะถูกรับเข้าไปและขับออกมาตลอดเวลา เพราะฉะนั้นเมื่อสิ่งมีชีวิตนั้นยังมีชีวิตอยู่ ปริมาณ C-14 ในร่างกายจะคงที่ แต่เมื่อสิ่งมีชีวิตนั้นตายลงปริมาณ C-14 จะลดลงเรื่อย ๆ เพราะฉะนั้น ถ้าทราบอัตราการสลายของ C-14 จะสามารถนำครึ่งชีวิตของ C-14 มาคำนวณหาอายุของวัตถุโบราณนั้นได้

## ตัวอย่าง ด้านธรณีวิทยา

27

ที่มา : <http://www.dd-pra.com/auction/detail/1387571/>ที่มา : <http://www.learners.in.th/blogs/posts/111634>

## ด้านการแพทย์

28

- I-131 ใช้ในการติดตามเพื่อศึกษาความผิดปกติของต่อมไทรอยด์,
- Na-24 ใช้ตรวจอัตราการไหลเวียนของโลหิต,
- Au-198 ใช้ตรวจตับ ไชกระดูก,
- Co-60 และ Ra-226 ใช้รักษาโรคมะเร็ง

ที่มา : [http://nsspi.tamu.edu/media/1285314/kch\\_imaging\\_nuclear\\_medicine.jpg](http://nsspi.tamu.edu/media/1285314/kch_imaging_nuclear_medicine.jpg)

## ด้านเกษตรกรรม

29



- ✓ การใช้ธาตุกำมะถันตรังสี P-32 ศึกษาความต้องการปุ๋ยของพืช
- ✓ ใช้รังสีปรับปรุงเมล็ดพันธุ์พืช ให้ได้พันธุ์ที่ต้องการ

ที่มา : <http://saifonmitrkaset.com/?p=299>

## ด้านอุตสาหกรรม

30

- ใช้ธาตุกำมะถันตรังสีตรวจหารอยตำหนิ เช่น รอยร้าวของ โลหะหรือท่อขนส่งของเหลว
- ใช้ธาตุกำมะถันตรังสีในการตรวจสอบและควบคุมความหนาของวัตถุ



## การเก็บถนอมอาหาร

31

- ใช้ Co-60 ซึ่งเป็นรังสีแกมมา ทำลายแบคทีเรียในอาหาร จึงช่วยให้เก็บรักษาอาหารไว้ได้นานขึ้น

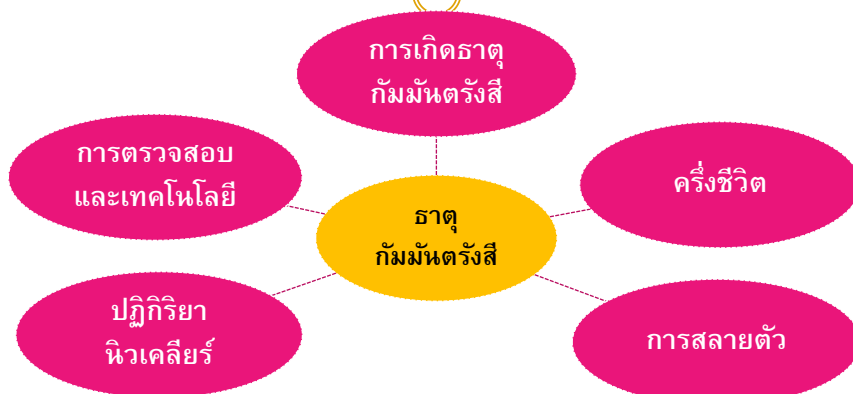


ที่มา : <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?alD=19>

ที่มา : <http://changchuanchim.com/review/food/12>

## สรุป และ ทบทวน

32





แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี



ทดสอบหลังเรียน







## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวชญญรัตน์ สุขษร
วันเดือนปีเกิด	21 กรกฎาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	โรงเรียนนาแห้ววิทยา ตำบลนาแห้ว อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย 42170
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน ครู	อันดับ คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนนาแห้ววิทยา ตำบลนาแห้ว อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร
อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร	
พ.ศ. 2546	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู (ป.วค.) สุโขทัยธรรมมาธิราช จังหวัดนนทบุรี
จากมหาวิทยาลัย	
พ.ศ. 2547	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอกเคมี กรุงเทพมหานคร
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	
พ.ศ. 2555	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาเคมี กรุงเทพมหานคร
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	