

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน  
เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT  
ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE ACHIEVEMENT DEVELOPMENT IN FUNDAMENTAL PHYSICS  
ON NUCLEAR POWER BY INTEGRATING 4 MAT'S LEARNING WITH  
CONCEPT MAPPING FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS

ปทุม ช่องคันปอน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร  
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน  
เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT  
ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปทุม ช่องคันปอน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร  
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Achievement Development in Fundamental Physics on Nuclear Power by Integrating 4 MAT's Learning with Concept Mapping for Mathayomsuksa 4 Students

ชื่อ - นามสกุล

นางสาวปทุม ช่องคันทอน

สาขาวิชา

การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร


อาจารย์ที่ปรึกษา

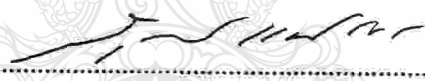
อาจารย์รสริน เจริม ไชยสง, ค.ศ.


ปีการศึกษา

2558

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธิพร บุญส่ง, ศษ.ค.)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร แพรวพนิต, ศษ.ค.)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรณีย์ ว่องไว, วท.ค.)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์รสริน เจริม ไชยสง, ค.ศ.)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

  
..... คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธิพร บุญส่ง, ศษ.ค.)

วันที่ 5 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวปทุม ช่องคันปอน
สาขาวิชา	การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สริน เจริญสง, ค.ศ.
ปีการศึกษา	2558

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต – อังกฤษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน นักเรียน 100 คน ได้มาจากการเลือกแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้ปกติมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ผังมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน

**Thesis Title:** The Achievement Development in Fundamental Physics on Nuclear Power by Integrating 4 MAT's Learning with Concept Mapping for Mathayomsuksa 4 Students

**Name - Surname:** Miss Phatum Chongkhonpon

**Program:** Research and Curriculum Development

**Thesis Advisor:** Ms. Rossarin Jermthaisong, Ph.D.

**Academic Year:** 2015

## ABSTRACT

The research aimed to 1) compare the students' achievement in Fundamental Physics on Nuclear Power by integrating 4 MAT's learning with concept mapping for Mathayomsuksa 4 students before and after studying, 2) compare the students' achievement in Fundamental Physics on Nuclear Power by traditional learning method for Mathayomsuksa 4 students before and after studying, 3) compare the students' achievement in Fundamental Physics on Nuclear Power for Mathayomsuksa 4 students after studying between two groups: a group of 4 MAT's learning with concept mapping, and a group of traditional learning method.

Samples were 100 Mathayomsuksa 4 students studying in Mathematics-English program in the second semester of academic year 2015, Suankularb Wittayalai Nonthaburi School, Nonthaburi province. The samples were chosen by cluster random sampling and classified into 2 groups equally: experimental group and control group. The research instruments were 8 lesson plans based on 4 MAT's with concept mapping on Nuclear Power, and pretest and posttest. The descriptive statistics included Mean, Standard Deviation, and t-test were used for data analysis.

The findings were as follows: 1) the students' achievement in Fundamental Physics by integrating 4 MAT's learning with concept mapping indicated that the posttest scores were higher than the pretest scores at statistically significant difference 0.05. 2) The achievement in Fundamental Physics by traditional learning method indicated that the posttest scores were higher than the pretest score at statistically significant difference 0.05. 3) The achievement in Fundamental Physics by integrating 4 MAT's learning with concept mapping was higher than the traditional learning method at statistically significant difference 0.05.

**Keywords:** 4 MAT's learning, concept mapping, achievement in fundamental physics

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์ของ ดร.รสริน เจริมไชสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และ ให้เสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพร บุญส่ง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร แพรพวนิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์ ว่องไว ผู้ทรงคุณวุฒิ กรรมการสอบ และ ดร.รสริน เจริมไชสง ที่ได้ให้ความกรุณาชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย รวมทั้งสละเวลาในการเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สนับสนุนทุนการศึกษาให้ได้ศึกษาในระดับปริญญาโท และขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นเรียนนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ที่ให้ คำแนะนำ และให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง และ หากการวิจัยในครั้งนี้ขาดตกบกพร่อง หรือไม่สมบูรณ์ประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ โอกาสนี้

ปทุม ช่องคันปอน

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพ.....	(9)
บทที่ 1 บทนำ.....	10
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	10
1.2 คำถามของการวิจัย.....	12
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	13
1.4 สมมติฐานการวิจัย.....	13
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	13
1.6 คำจำกัดความในการวิจัย.....	14
1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	16
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	16
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	18
2.2 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT.....	21
2.3 ผังมโนทัศน์.....	34
2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	44
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
3.1 แบบแผนการวิจัย.....	51
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	52
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	52
3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ.....	53

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	54
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้.....	62
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้.....	60
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่าง กลุ่มที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้ปกติ.....	61
บทที่ 5 สรุปผล การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	63
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	64
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	65
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	67
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	73
ภาคผนวก ข หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	75
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	81
ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้อง.....	100
ภาคผนวก จ ผลการประเมินความสอดคล้อง.....	123
ประวัติผู้เขียน.....	145



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สาระที่ 5 พลังงาน ...	19
ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงาน นิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้.....	60
ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงาน นิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและ หลังการจัดการเรียนรู้.....	60
ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงาน นิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์และเรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้ปกติ.....	61



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	16
ภาพที่ 2.1 การเรียนรู้ของ David Kolb .....	21
ภาพที่ 2.2 วัฏจักรของการเรียนรู้ 4 MAT.....	23
ภาพที่ 2.3 รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4 MAT โดยแบ่งออกเป็น 8 ส่วน ตามบทบาท ของสมองสองซีก.....	23
ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT.....	26
ภาพที่ 2.5 การเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT.....	30
ภาพที่ 2.6 กฎของผังมโนทัศน์.....	36
ภาพที่ 2.7 ผังมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Tony Buzan.....	37
ภาพที่ 2.8 ผังมโนทัศน์รวบยอด.....	37
ภาพที่ 2.9 ผังมโนทัศน์แบบกิ่งไม้.....	38
ภาพที่ 2.10 ผังมโนทัศน์แบบใยแมงมุม.....	38
ภาพที่ 2.11 ผังมโนทัศน์แบบก้างปลา.....	39
ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างขั้นแรกของการเขียนผังมโนทัศน์.....	39
ภาพที่ 2.13 รูปทรงเรขาคณิตที่ใช้ในผังมโนทัศน์.....	40
ภาพที่ 2.14 ลักษณะของเส้นที่ใช้ในผังมโนทัศน์.....	40
ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างภาพสัญลักษณ์ที่ใช้แทนความหมายในผังมโนทัศน์.....	40
ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ เรื่อง Project Organization โดย Wycoff.....	41
ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างผังมโนทัศน์ เรื่อง การนำเสนอ โดย Wycoff.....	41
ภาพที่ 3.1 แบบแผนงานวิจัย.....	51

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 22 ได้กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และมาตราที่ 24 ได้กล่าวว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการจัดการจัดการกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา มีการส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ การจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2544, น. 8-9)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช, 2551, น. 7)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ความเป็นเหตุเป็นผล มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้น ทุกคนจึงต้องการพัฒนาความสามารถ โดยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อย่างมีเหตุผล

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความรู้พื้นฐาน และการนำไปใช้ในวิชาต่างๆ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้วิชาฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานการศึกษา ปัจจุบันพบว่า การสอนฟิสิกส์ยังมีลักษณะที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางมุ่งเน้นให้ผู้เรียนจดจำ ทำให้ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์ (สุระ วุฒิพรหม, 2547, น. 20) การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นไปที่การแก้โจทย์ปัญหามากกว่าที่จะให้ผู้เรียนซึมซับแนวความคิดหลักหรือมโนคติทางการเรียนฟิสิกส์ (พจนา เปี่ยมถาวรพจน์, 2546, น. 2) ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์หลายสาขา ทฤษฎีและความรู้ทางฟิสิกส์สามารถประยุกต์ใช้กับวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ได้มาก แต่ก็ยังเป็นวิชาที่ประสบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาที่เป็นนามธรรมจึงทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ (อรพินท์ ชื่นชอบ, 2549, บทนำ) จากความสำคัญข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนท่องจำและตอบได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น เมื่อพิจารณาจากการทดสอบระดับชาติในปีการศึกษา 2557 พบว่า วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 32.54 และของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 40.12 (โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี, 2557, น. 58-59) ถึงแม้ว่าคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนจะสูงกว่าระดับประเทศ แต่ก็ยังไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็ม ดังนั้น การจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ครูผู้สอนจึงต้องหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเข้าใจในเนื้อหาของรายวิชา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น และอีกแนวทางหนึ่งคือ การจัดการเรียนรู้ 4 MAT

การจัดการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หมุนเวียนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why-What-How-If) แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ดังนั้นขั้นตอนการเรียนรู้จะมีทั้งสิ้น 8 ขั้นตอนกับการพัฒนาสมองซีกซ้าย และซีกขวาอย่างสมดุล (ศศิธร เวียงวะลัย , 2556 , น. 171) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ (เชิธร พานิช, 2544, น. 24) การจัดการเรียนรู้ 4 MAT เริ่มจากประสบการณ์ของนักเรียนแล้วพัฒนาทักษะพื้นฐานของนักเรียน ให้เป็นความคิดรวบยอดแบบนามธรรม และนำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ประยุกต์กับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยการใช้ประสบการณ์เก่าประยุกต์เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนี้ได้มีการนำเอาเทคนิคการสอน โดยใช้ผังมโนทัศน์มาช่วยจัดการเรียนรู้

ผังมโนทัศน์ เป็นวิธีการที่ช่วยบันทึกความคิด เพื่อให้เห็นภาพความคิดที่หลากหลายมุมมอง ที่กว้าง และชัดเจนกว่าการบันทึก เป็นวิธีการที่สอดคล้องกับโครงสร้างการคิดของมนุษย์ การใช้ ผังมโนทัศน์ รูปแบบต่างๆ จะทำให้เห็นภาพรวมทั้งหมด เห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดต่างๆ ซึ่งทำให้ความคิดยืดหยุ่น และเห็นภาพข้อเท็จจริงชัดเจนสามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้นาน

การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ เป็นการจัดการเรียนรู้หมุนเวียนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why-What-How-If) แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยจะเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ขั้นตอนการเรียนรู้จะมีทั้งหมด 8 ขั้นตอน กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เริ่มจากประสบการณ์แล้วพัฒนาทักษะพื้นฐานให้เป็นความคิดรวบยอดแบบนามธรรม และนำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ประยุกต์กับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยใช้ผังมโนทัศน์ที่เป็นแผนภาพ หรือเทคนิคกราฟิกช่วยบันทึกความคิด มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิด จากข้อมูลเพิ่มเติม ขั้นที่ 5 ลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้และสร้างผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงาน เพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่า และการนำประยุกต์ใช้ปรับแก้ไข ผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่นเพื่อนำมาประยุกต์เป็นผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ จึงเป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการพัฒนาความรู้ของนักเรียนให้เป็นความคิดรวบยอดแบบนามธรรม และนำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ประยุกต์กับ ผังมโนทัศน์ ซึ่งเป็นวิธีการช่วยบันทึกความคิด เพื่อให้เห็นภาพความคิดที่หลากหลายมุมมอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานของนักเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาของรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน โดยนำการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับ ผังมโนทัศน์มาจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต – อังกฤษ โดยเลือก หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ในพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานของนักเรียนสูงขึ้น

## 1.2 คำถามของการวิจัย

1.2.1 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือไม่ อย่างไร

1.2.2 การจัดการเรียนรู้ปกติสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือไม่ อย่างไร

1.2.3 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ปกติ หรือไม่ อย่างไร

### 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

1.3.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

1.3.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ปกติ

### 1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนศิลป์ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 367 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต – อังกฤษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 50 คน ได้มาจากการเลือกแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

#### 1.5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาหน่วยที่ 4 เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ประกอบด้วย

1. การค้นพบกัมมันตภาพรังสี
2. ไอโซโทป
3. กัมมันตภาพรังสี
4. ครึ่งชีวิต
5. ปฏิกิริยานิวเคลียร์
6. การประยุกต์ใช้พลังงานนิวเคลียร์และกัมมันตภาพรังสี
7. การปริมาณกัมมันตภาพรังสี
8. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

#### 1.5.3 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ 2 วิธี ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตสโน้และการจัดการเรียนรู้ปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์

#### 1.5.4 ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ศึกษา

ทำการทดลองภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการทดลอง จำนวน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมจำนวนทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง

### 1.6 คำจำกัดความในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ 4 MAT หมายถึง การจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดจากข้อมูลเพิ่มเติม ขั้นที่ 5 ลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงาน เพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่าและการนำประยุกต์ใช้ ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่นเพื่อประยุกต์

ผังมโนทัศน์ หมายถึง วิธีการช่วยบันทึกความคิดเพื่อให้เห็นภาพความคิดที่หลากหลาย มุมมองที่กว้างและชัดเจน โดยใช้แผนภาพ หรือเทคนิคกราฟิก แสดงออกทางด้านความคิด ทำให้เห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดต่างๆ มีความคิดยืดหยุ่น และเห็นภาพข้อเท็จจริงชัดเจน สามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้นานสะดวกต่อการจดจำข้อมูล

การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้หมุนเวียนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why-What-How-If) แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ดังนั้น ขั้นตอนการเรียนรู้จะมี 8 ขั้นตอน กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดจากข้อมูลเพิ่มเติม ขั้นที่ 5 ลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ และสร้างผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่า และการนำประยุกต์ใช้ปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่นเพื่อนำมาประยุกต์เป็นผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม ขั้นสรุป

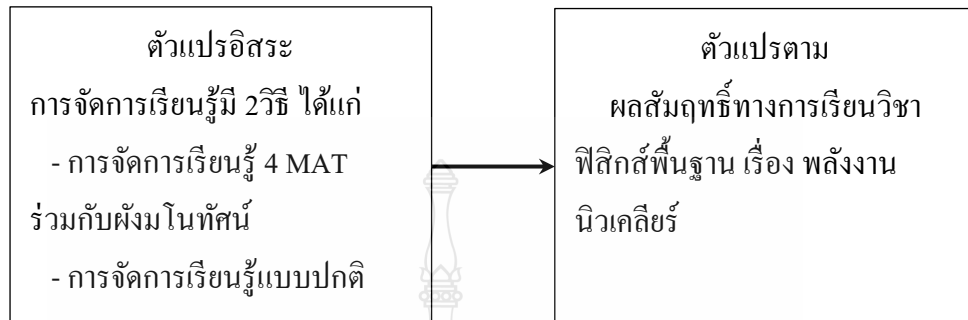
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต - อังกฤษ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี



## 1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้เขียนกรอบแนวคิดในการวิจัยตามที่ได้ทำการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น

1.8.2 ผู้บริหารได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานของโรงเรียนสูงขึ้น

1.8.3 เป็นแนวทางในการวิจัยตัวแปรด้านอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 2.1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2.2 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT
  - 2.2.1 ทฤษฎี แนวคิด และความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ 4 MAT
  - 2.2.2 ความหมายการจัดการเรียนรู้ 4 MAT
  - 2.2.3 รูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT
  - 2.2.4 แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
  - 2.2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT
- 2.3 ผังมโนทัศน์
  - 2.3.1 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของผังมโนทัศน์
  - 2.3.2 ความหมายของผังมโนทัศน์
  - 2.3.3 กฎของผังมโนทัศน์
  - 2.3.4 รูปแบบของผังมโนทัศน์
  - 2.3.5 ขั้นตอนการสร้างผังมโนทัศน์
- 2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.4.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.4.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 2.5.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้นำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีการทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based Society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

แรงและการเคลื่อนที่ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าแรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานสมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียงและวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าแรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ประกอบด้วย รายละเอียด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 75-76) ดังตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สาระที่ 5 พลังงาน

สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	- ปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่นิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลมากแตกตัวเรียกว่า ฟิชชัน ปฏิกิริยาที่เกิดจากการหลอมรวมนิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลน้อย เรียกว่า ฟิวชันความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานเป็นไปตามสมการ $E=mc^2$

ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สาระที่ 5 พลังงาน (ต่อ)

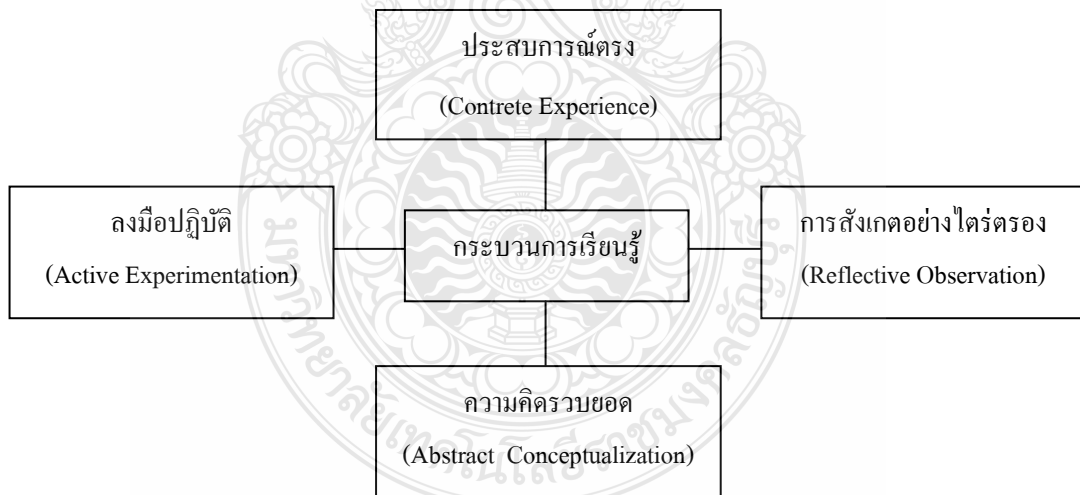
สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้ พลังงานต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยา นิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม 3. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการนำไปใช้ประโยชน์ 4. อธิบายชนิดและสมบัติของ รังสีจากธาตุกัมมันตรังสี 5. อธิบายการเกิดกัมมันตภาพ รังสี และบอกวิธีการตรวจสอบ รังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ ประโยชน์ ผลกระทบต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- ปฏิกิริยานิวเคลียร์ทำให้เกิด ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม - โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโรงไฟฟ้า พลังงานความร้อนประเภทหนึ่ง ซึ่งได้พลังงานความร้อนจาก พลังงานนิวเคลียร์ - รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีมี 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา ซึ่งมีอำนาจทะลุผ่านต่างกัน - กัมมันตภาพรังสีเกิดจากการ สลายตัวของไอโซโทปของธาตุที่ ไม่เสถียร สามารถตรวจจับได้โดย เครื่องตรวจวัดรังสีในธรรมชาติ มีรังสี แต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ต่ำมาก - รังสีมีประโยชน์ในด้าน อุตสาหกรรม การเกษตร การแพทย์ โบราณคดี รังสีใน ระดับสูงมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

จากตารางที่ 2.1 เห็นได้ว่า สาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีการกำหนดตัวชี้วัด 5 ตัว และสาระการเรียนรู้แกนกลางกำหนดไว้ 6 ตัว

## 2.2 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT

### 2.2.1 ทฤษฎี แนวคิด และความเป็นมาการจัดการเรียนรู้ 4 MAT

Bernice McCarthy นักการศึกษาชาวอเมริกันที่มีประสบการณ์ในการสอนหลายระดับชั้นเรียน พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้เป็นคนแรก รวมทั้งการเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำเด็กทั้งหลายนั้นทำให้เกิดความเข้าใจและมั่นใจว่าเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านสติปัญญา การรับรู้ และการเรียนรู้อย่างสิ้นเชิง จึงเป็นแรงผลักดันให้กิจการวิจัยขึ้นมาในปี ค.ศ.1979 ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยชิ้นใหญ่จากบริษัทแมคโดนัลด์ ให้ทำวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางสมองและสไตล์การเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาแนวคิดที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และได้ศึกษารูปแบบเกี่ยวกับสไตล์การเรียนรู้ โดยดึงเอารูปแบบการเรียนรู้ของ David Kolb ปรราชครูทางการศึกษาชาวอเมริกัน มาเป็นแนวความคิดในเรื่องการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จากทฤษฎีของ David Kolb พบว่ามี 2 มิติที่มีความสำคัญกับการเรียนรู้ คือ การรับรู้ และ กระบวนการ การเรียนเกิดจากการที่คนทั้งหลายรับรู้แล้วนำเข้าไปจัดกระบวนการในสิ่งที่ตนรับรู้มาอย่างไร ถ้าคนที่มีความแตกต่างกันมากๆ ก็แค่รับรู้ผ่านรูปธรรม แต่อีกประเภทหนึ่งรับรู้ผ่านนามธรรม สองกลุ่มนี้สร้างความคิดแตกต่างกันในเรื่องเดียวกัน



ภาพที่ 2.1 การเรียนรู้ของ David Kolb (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 163)

David Kolb ได้พิจารณาว่าบางคนมีกระบวนการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ (Active Experimentation) บางคนอาจถนัดเรียนรู้โดยการสังเกตจากแหล่งต่างๆ แล้วสะท้อนกลับเป็นการเรียนรู้ (Reflective Observation) ซึ่งคนทั้งสองประเภทเป็นผู้ที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างอย่างสิ้นเชิง

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจึงเอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนประเภทใดประเภทหนึ่งมากเกินไป จะทำให้ผู้เรียนอีกแบบหนึ่งขาดโอกาสที่จะพัฒนาความสามารถได้อย่างเต็มศักยภาพ และสรุปผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แตกต่าง 4 รูปแบบ ดังนี้

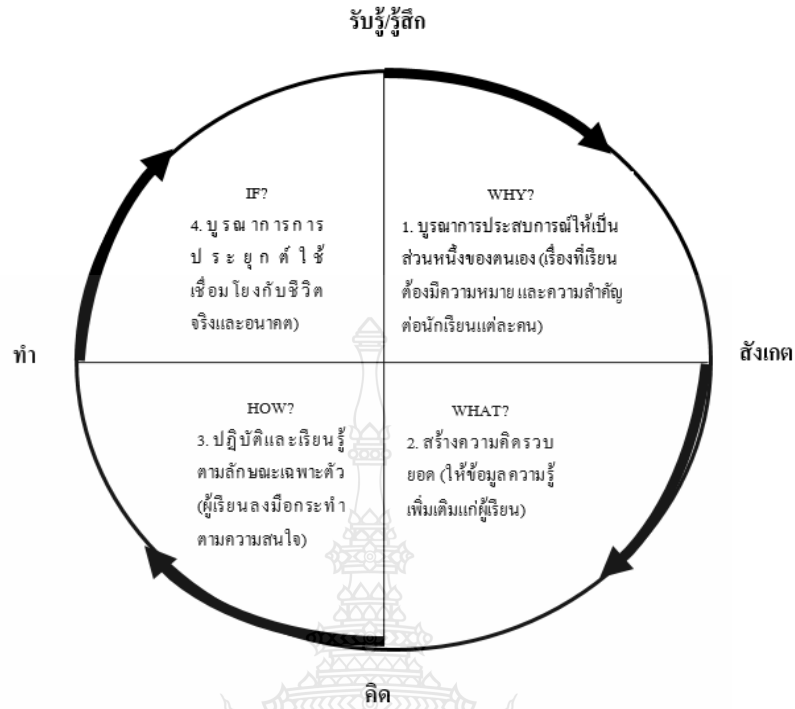
1. ผู้เรียนแบบที่ 1 (Active Experimentation) จะเรียนรู้ได้ดีและเข้าใจได้อย่างแจ่มแจ้งเมื่อเขาได้ลงมือกระทำ ได้สัมผัสและเรียนรู้ควบคู่ไปกับสมองทั้งสองด้าน สั้งการเรียกว่า เป็นการเรียนรู้ทั้งเนื้อที่ทั้งตัวที่ต้องผ่านประสาทสัมผัสอื่นๆ ประกอบกัน

2. ผู้เรียนแบบที่ 2 (Reflective Observation) จะเรียนรู้โดยการผ่านจิตสำนึกจากการเฝ้ามองแล้วค่อยๆ ตอบสนอง

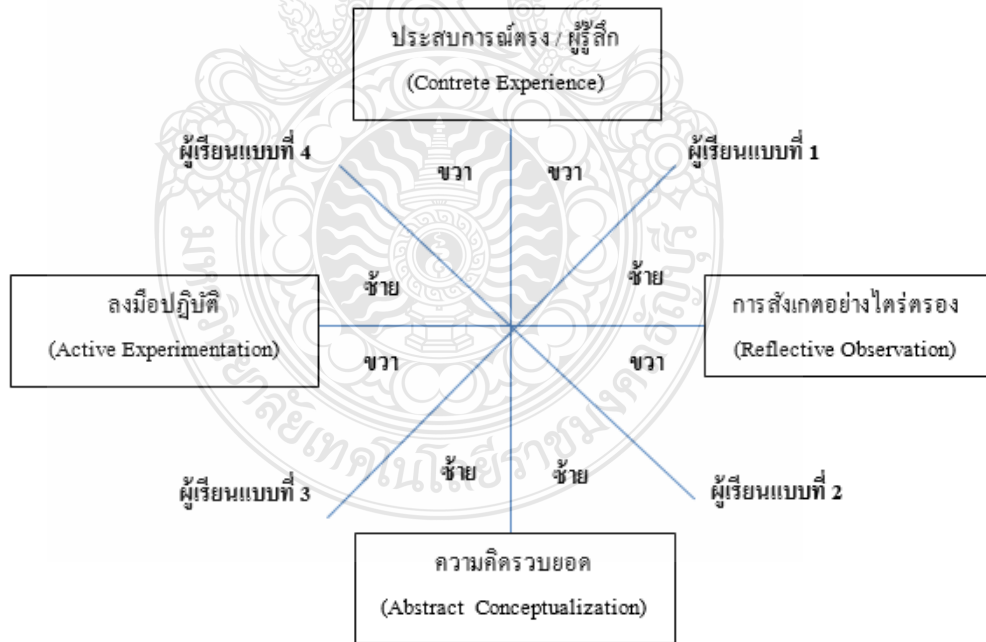
3. ผู้เรียนแบบที่ 3 (Abstract Conceptualization) จะเรียนรู้โดยใช้สัญชาตญาณหยั่งรู้มองเห็นสิ่งต่างๆ เป็นรูปธรรมแล้ววิเคราะห์ สังเคราะห์จากการรับรู้ที่ได้รับมาเป็นองค์ความรู้

4. ผู้เรียนแบบที่ 4 (Concrete Experience) จะเรียนรู้ได้ดีต่อเมื่อผ่านการวิเคราะห์ การประเมินสิ่งต่างๆ โดยการเอาตัวเองเข้าไปพิสูจน์ หรือโดยการใช้หลักแห่งเหตุผล

ทั้ง 4 แบบ เป็นโครงสร้างทางกลไกทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีอยู่จริงในทุกโรงเรียนทั่วโลก หน้าที่ของครูย่อมต้องพยายามหาหนทางที่จะทำให้เกิดสภาวะสมดุลทางการเรียนรู้ รวมทั้งการทำงานของสมองแตกต่างกันทำให้โอกาสในการแสดงออกทางความสามารถของตนออกมา สามารถนำวิธีการของเพื่อนคนอื่นมาปรับปรุงลักษณะการเรียนรู้ McCarthy จึงได้นำแนวคิดของ Kolb มาประยุกต์และพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ (4 Types of Students) ที่เรียกว่า 4 MAT หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระบบการทำงานของสมองซีกขวา แนวคิดของ Kolb ได้ทฤษฎีมาจาก John Dewey, Kurt Lewin และ Jean Piaget ดังนั้น 4 MAT แปลว่า เสือ การสาน หรือผสมผสาน เพื่อเอื้อต่อการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนทั้ง 4 แบบ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 164-165)



ภาพที่ 2.2 วัฏจักรของการเรียนรู้ 4 MAT (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 167)



ภาพที่ 2.3 รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4 MAT โดยแบ่งออกเป็น 8 ส่วนตามบทบาทของสมองสองซีก (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 167)



McCarthy ได้ขยายแนวคิดของ Kolb ออกไปให้กว้างขึ้น โดยเสนอว่าผู้เรียนมีอยู่ 4 แบบหลักๆ ดังนี้

1. ผู้เรียนแบบที่ 1 (Type One Learner) ผู้เรียนถนัดการใช้จินตนาการ (Imaginative Learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสและความรู้สึก และสามารถประมวลกระบวนการเรียนรู้ การได้รับการสะท้อนกลับทางความคิด สมมติจะพบว่าจะทำหน้าที่เสาะหาความหมายของสิ่งต่างๆ จากประสบการณ์ สมมติจะซำจะค้นหาเหตุผล และความเข้าใจจากการวิเคราะห์ คำถามที่คิดจะพูดขึ้นมาเสมอ คือ “ทำไม” หรือ Why? ผู้เรียนที่อยู่ในรูปแบบนี้ต้องเข้าใจก่อนว่า ทำไมพวกเขาต้องเรียนสิ่งเหล่านี้ เขาสนใจอย่างไร โดยเฉพาะเรื่องค่านิยม ความเชื่อ ความคิด คตินิยม ความรู้สึก การค้นหาเหตุผล และสร้างความหมายเฉพาะของตนเอง ผู้เรียนจะต้องหาเหตุผลที่จะต้องเรียนรู้ก่อนสิ่งอื่นๆ หากมีการอภิปราย ได้ว่าที่ การใช้การเรียนแบบสหร่วมใจ ครูให้เหตุผลก่อนเรียนหรือระหว่างการเรียนรู้

2. ผู้เรียนแบบที่ 2 (Type Two Learner) ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) จะรับรู้ในลักษณะรูปธรรม และกระบวนการเรียนรู้ในลักษณะของการมอง สังเกต สมมติจะเสาะหาประสบการณ์การผสมผสานการเรียนรู้ใหม่ๆ และต้องการความแจ่มกระจ่างในเรื่องคำตอบขององค์ความรู้ที่ได้มา สมมติจะซำมุ่งวิเคราะห์จากความรู้ใหม่ เป็นพวกที่ชอบถามว่าข้อเท็จจริง คำถามที่สำคัญที่สุดของเด็กกลุ่มนี้ คือ “อะไร” หรือ What? ผู้เรียนแบบนี้ชอบการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ต้องการศึกษาค้นคว้า ความถูกต้อง โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อมูลข่าวสาร และนำความรู้ไปพัฒนาเป็นความคิดรวบยอด (Concept) ทฤษฎีหรือจัดระบบหมวดหมู่ของความคิดได้อย่างดี และมุ่งเน้นรายละเอียดข้อเท็จจริง ความถูกต้องจะยอมรับนับถือเฉพาะผู้เชี่ยวชาญ ผู้รู้จริง และจะต้องเรียนอะไรอะไรที่เรียนได้ จากรูปธรรมไปสู่ความคิดเชิงนามธรรม การจัดการเรียนการสอนใช้วิธีบรรยายและการทดลอง หรือการทำรายงาน

3. ผู้เรียนแบบที่ 3 (Type Three Learner) ผู้เรียนถนัดใช้สามัญสำนึก (Commonsense Learners) รับรู้โดยผ่านจากกระบวนการความคิด และสิ่งที่เป็นนามธรรม ต้องการการทดลอง สมมติจะซำมองหากลยุทธ์ในการปรับเปลี่ยนรูปแบบขององค์ความรู้ไปสู่การนำไปใช้ ในขณะที่สมมติจะซำมองหาสิ่งที่จะเป็นข้อมูลเพิ่มเติม คำถามยอดนิยมของกลุ่มนี้คือ “อย่างไร” หรือ How? ผู้เรียนแบบนี้สนใจกระบวนการปฏิบัติจริง และทดสอบทฤษฎีโดยการแก้ปัญหาต่างๆ ความรู้ที่เป็นนามธรรมมาสร้างเป็นรูปธรรมเพื่อประโยชน์ในชีวิตประจำวัน “ใครเขาทำอะไรไว้บ้างแล้วหนอ” เด็กกลุ่มนี้ต้องการที่จะทดลองทำบางสิ่งบางอย่าง และต้องการที่จะฝึกปฏิบัติและต้องการเป็นผู้ปฏิบัติ พวกเขาใฝ่หาที่จะทำสิ่งที่มองเห็นแล้วว่าเป็นประโยชน์ และตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้มานั้นสามารถใช้ได้ใน

โลกแห่งความจริงหรือไม่ พวกเขาสนใจที่จะนำความรู้มาสู่การปฏิบัติจริงและอยากรู้ว่าถ้าจะทำสิ่งนั้น  
สิ่งที่ทำได้ ทำได้อย่างไร รูปแบบการเรียนการสอนที่ดีที่สุด คือ การทดลองให้ปฏิบัติจริง ลองทำจริง

4. ผู้เรียนแบบที่ 4 (Type Four Learner) ผู้เรียนที่สนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง  
(Dynamic Learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านสิ่งที่ป็นรูปธรรมและผ่านการกระทำของสมองซีกขวา สมอง  
ซีกซ้ายเสาะหาการวิเคราะห์เพื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนและโดดเด่นขึ้น เป็นพวกที่ชอบตั้ง  
เงื่อนไข คำถาม ที่ผุดขึ้นในหัวใจของเด็กกลุ่มนี้บ่อยๆ คือ “ถ้าอย่างนั้น” “ถ้าอย่างนี้” “ถ้า” หรือ If?  
ผู้เรียนจะชอบการเรียนรู้โดยการได้สัมผัสกับของจริง ลงมือทำในสิ่งที่ตนเองสนใจ และค้นพบความรู้  
ด้วยตนเอง รับฟังความคิดเห็นหรือคำแนะนำประมวลเป็นความรู้ใหม่ วิธีการสอนแบบค้นพบด้วย  
ตนเอง (Self Discovery Method) วิธีการสอนทั้งหมดที่กล่าวมาแล้ว 4 อย่าง และมีผู้่นัดการเรียนรู้ทั้ง  
4 แบบอยู่ร่วมกัน ดังนั้น ครูจำเป็นต้องใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสุขสาน  
ตามรูปแบบการเรียนรู้ ตามความถนัดการหมุนเวียนรูปแบบการสอน ทำให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนา  
ความสามารถด้านอื่นที่ไม่ถนัดด้วย มีโอกาสที่จะได้แสดงความสามารถอย่างน้อยร้อยละ 25 ของเวลา  
การจัดแผนการสอน แบบ 4 MAT ครูต้องเข้าใจการทำงานและความถนัดของสมองส่วนบนที่  
แบ่งเป็นซีกซ้ายกับซีกขวาสลับกันไปเพื่อให้สมองทั้งสองซีกได้ทำงานอย่างสมดุล (ศศิธร เวียงวะลัย,  
2556, น. 165-170)

#### 2.2.2 ความหมายการจัดการเรียนรู้ 4 MAT

นักการศึกษาได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ไว้ดังนี้

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี (2543, น. 13) ได้สรุปว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการสอน  
โดยใช้วงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ พื้นที่วงกลมถูกแบ่งออก  
โดยเส้นแห่งการเรียนรู้และเส้นแห่งกระบวนการจัดข้อมูลรับรู้เป็น 4 ส่วน โดยให้แต่ละส่วนใช้แทน  
กิจกรรมการเรียนการสอน 4 ลักษณะ

เชียร พานิช (2544, น. 24) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการจัดการกระบวนการ  
การเรียนการสอนที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา  
อย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนให้เรียนรู้ตามรูปแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และ  
สามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ

พัชรภรณ์ พิมละมาศ (2544, น. 12) สรุปว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นกิจกรรม  
การเรียนการสอนที่เป็นลำดับขั้นตามเข็มนาฬิกาที่จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับลักษณะการเรียนรู้  
ของผู้เรียนทุกรูปแบบให้สามารถเรียนร่วมกันอย่างมีความสุข โดยเน้นการพัฒนาสมองซีกซ้ายและ  
ซีกขวาด้านในขณะเดียวกัน

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงลักษณะของผู้เรียนทั้ง 4 ลักษณะ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุขตามความถนัด และความต้องการของตนเอง และสามารถพัฒนาตนเองได้ตามศักยภาพรวมทั้งการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุลกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

### 2.2.3 รูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

การสอนแบบนี้เริ่มจากประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งครูจะพัฒนาทักษะพื้นฐานให้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดรวบยอดแบบนามธรรม นักเรียนจะต้องถูกถามว่า “อะไรที่พวกเขาต้องเรียน” ต้องรู้จัก และจัดกระบวนการที่ใหม่กว่า เข้มข้นกว่าและปฏิบัติได้อย่างก้าวหน้า การใช้สามัญสำนึกและความรู้สึกจะได้ประสบการณ์ จากนั้นก็นำไปสู่การพัฒนาความคิดนำมาเป็นความคิดรวบยอด และทดลอง จะได้รับประสบการณ์ที่จะนำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ประยุกต์กับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกันทำให้การใช้ประสบการณ์เก่าประยุกต์ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ การหมุนเวียนเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 170)

เชิธร พานิช (2544, น. 26-31) ได้เสนอรูปแบบการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 8 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ตรงเป็นการพัฒนาสมองซีกขวา
- ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย
- ขั้นที่ 3 ปรับมวลประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดเป็นการพัฒนาสมองซีกขวา

- ขั้นที่ 4 พัฒนาการคิดด้วยข้อมูลเป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย
- ขั้นที่ 5 ทำตามแนวคิดที่กำหนดเป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย
- ขั้นที่ 6 วางแผนชิ้นงานตามความถนัดเป็นการพัฒนาสมองซีกขวา
- ขั้นที่ 7 หาทางนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย
- ขั้นที่ 8 ลงมือปฏิบัติงานให้สำเร็จเป็นการพัฒนาสมองซีกขวา

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2544, น. 158-160) ได้เสนอรูปแบบการเขียนแผนการจัดกิจกรรม การเรียนแบบ 4 MAT ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 8 ขั้น ดังนี้

- ขั้นที่ 1 เชื่อมโยง (Connect) (R)
- ขั้นที่ 2 พินิจ (Examine) (L)
- ขั้นที่ 3 ติดตาม (Image) (R)
- ขั้นที่ 4 แนวทาง (Define) (L)
- ขั้นที่ 5 ลองงาน (Try) (L)
- ขั้นที่ 6 กะการณ์ (Extend) (R)
- ขั้นที่ 7 งานเสร็จ (Refine) (L)
- ขั้นที่ 8 ทีเด็ดใช้ (Integrate) (R)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545, น. 18-22) ได้ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไว้ 8 ขั้น ดังนี้

- ขั้นที่ 1 สร้างความตระหนัก
- ขั้นที่ 2 ทดสอบความรู้
- ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์และเพิ่มพูนความรู้
- ขั้นที่ 4 ฝึกประสบการณ์และวางแนวทางปฏิบัติ
- ขั้นที่ 5 ฝึกทักษะและปฏิบัติกิจกรรม
- ขั้นที่ 6 นำผลงานมาวิจารณ์และเพิ่มความรู้ส่วนที่ขาด
- ขั้นที่ 7 สรุปสาระสิ่งที่ได้เรียนรู้มา
- ขั้นที่ 8 แสดงผลงานและแนะนำการนำไปใช้

Bernice McCarthy เสนอแนวทางการพัฒนาการสอนให้เอื้อต่อผู้เรียนทั้ง 4 แบบ โดยกำหนดวิธีการใช้เทคนิคพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาในกิจกรรมการเรียนรู้จะหมุนเวียนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why – What – How - If) แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

ช่วงที่ 1 แบบ Why (ทำไม) สร้างประสบการณ์ของผู้เรียน

ขั้นที่ 1 (กระตุ้นสมองซีกขวา) สร้างประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา โดยครูสร้างประสบการณ์ให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เก่า เพื่อให้ผู้เรียนสร้างเป็นความหมายเฉพาะของตนเอง

ขั้นที่ 2 (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) การวิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์การเรียนรู้และเกิดจากการพัฒนาสมองซีกซ้าย ครูให้นักเรียนคิดไตร่ตรองวิเคราะห์ประสบการณ์จากกิจกรรมขั้นที่ 1

ช่วงที่ 1 ครูสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ กระตือรือร้นในการหาประสบการณ์ใหม่อย่างมีเหตุผล หาความหมายด้วยตนเอง ครูสรรหากิจกรรมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว

ช่วงที่ 2 แบบ What (อะไร) การพัฒนาความคิดรวบยอดของผู้เรียน

ขั้นที่ 3 (กระตุ้นสมองซีกขวา) สะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิดการเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รวบรวมประสบการณ์ และความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิด หรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 4 (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) พัฒนาทฤษฎี และแนวคิดการเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย ให้นักเรียนวิเคราะห์ไตร่ตรองแนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 3 ถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลกับแนวคิดที่ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแนวคิด ครูสร้างกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล และมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ช่วงที่ 2 ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดให้ผู้เรียนที่ชอบการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง สามารถปรับประสบการณ์และความรู้สร้างเป็นความคิดรวบยอดแบบนามธรรม ฝึกให้ผู้เรียนคิดพิจารณาไตร่ตรอง จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนคิดและฝึกทักษะในการค้นคว้าหาความรู้

ช่วงที่ 3 แบบ How (อย่างไร) การปฏิบัติและการพัฒนาแนวคิดออกมาเป็นการกระทำ

ขั้นที่ 5 (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ดำเนินตามแนวคิด และลงมือปฏิบัติทดลองการเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมพัฒนาสมองซีกซ้าย เช่นเดียวกับขั้นที่ 4 นักเรียนเรียนรู้จากแนวคิดพื้นฐานแล้วนำมาสร้างเป็นประสบการณ์ตรง เช่น การทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือการทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมความรู้และได้ฝึกทักษะที่เรียนรู้มาในช่วงที่ 2 ขั้นที่ 6 (กระตุ้นสมองซีกขวา) และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา นักเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีการลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจนพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ช่วงที่ 3 ครูมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้

ช่วงที่ 4 แบบ If (ถ้า) เชื่อมโยงการเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง จนเกิดเป็นความรู้ที่ลุ่มลึก

ขั้นที่ 7 (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) วิเคราะห์แนวทางการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นแนวทางในการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไป การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วมาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนเป็นผู้วิเคราะห์และเลือกทำกิจกรรมที่หลากหลาย

ขั้นที่ 8 (กระตุ้นสมองซีกขวา) ลงมือปฏิบัติและแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา นักเรียนคิดค้นหาความรู้ด้วยตนเองอย่างสลับซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้เกิดเป็นความคิดที่สร้างสรรค์ แล้วนำเสนอแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

ในช่วงที่ 4 ครูมีบทบาทเป็นผู้ประเมินผลงานของนักเรียนและการกระตุ้นให้นักเรียนคิดสร้างสรรค์ผลงานใหม่ๆ พวกเขาหลายคนอาจยังมองไม่เห็นภาพลำดับขั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เพื่อความเป็นรูปธรรมชัดเจนครูควรยกตัวอย่างการจัดกิจกรรมการสอนที่แท้จริงในโรงเรียน เพื่อให้เขาได้เห็น (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 170-173)

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และ ไพเราะ พุ่มม่น (2542, น. 11-16) การเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีขั้นตอนดำเนินการ 8 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ผู้สอนจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนตอบคำถามได้ว่า ทำไมตนจึงต้องเรียนรู้เรื่องนี้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์ หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิดเมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดขึ้นด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 การพัฒนาความรู้ความคิด เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์และเกิดความคิดรวบยอดหรือแนวคิดพอสมควรแล้ว ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความรู้ความคิดของตนให้กว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย การเรียนรู้ในขั้นที่ 3 และ 4 นี้คือ การตอบคำถามว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ ความคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้ในขั้นที่ 3-4 มาทดลองปฏิบัติจริง และศึกษาผลที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองจากการปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ในขั้นที่ 5 ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ถึงจุดเด่นจุดด้อยของแนวคิด ความเข้าใจแนวคิดชัดเจนขึ้น ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตนเพื่อไปใช้ปรับ และประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ดังนั้นคำถามหลักที่ใช้ในขั้นที่ 5-6 ก็คือ จะทำอย่างไร

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงาน และแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้เมื่อผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานของตนตามความถนัด และแสดงผลงานของตนเอง ซึมซับกับความสำเร็จ และเรียนรู้ที่จะวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งการรับฟังข้อวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อนำมาปรับปรุงงานของตนให้ดีขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดขั้นนี้เป็นขั้นของการขยายความรู้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดแก่กันและกัน การร่วมกันอภิปรายเพื่อการนำการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต คำถามหลักในการอภิปรายก็คือ ถ้าซึ่งอาจนำไปสู่การเปิดประเด็นใหม่สำหรับผู้เรียนในการเริ่มต้นวัฏจักรของการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ต่อไป ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT (ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และ ไพเราะ พุ่มมัน, 2542, น. 11-16)

## 2.2.4 แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

เชิธร พานิช (2544, น. 32–33) ได้เสนอลักษณะสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์ไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนแต่ละคนต้องผ่านวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ
2. ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการรับประมวลและการนำข้อมูล ไปใช้ด้วยวิธีการต่างกัน ดังนั้นครูต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล
3. ผู้เรียนที่ถนัดในการใช้สมองซีกขวาจะเรียนสนุกในเวลาหนึ่ง และต้องใช้ความพยายามในเวลาอีกเวลาหนึ่งทำกิจกรรมที่ตนเองไม่ถนัดเช่นเดียวกับผู้ที่ถนัดใช้สมองซีกซ้าย
4. ผู้มีความถนัดต่างกัน ได้ทำงานร่วมกันแต่ละคนมี โอกาสแสดงออกถึงจุดแข็งของตนเองเมื่อกิจกรรมเปลี่ยนไปตามจังหวะในวัฏจักรการเรียนรู้ และขณะเดียวกันก็จะ ได้พัฒนาจุดอ่อนของตนไปด้วย
5. กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ง่ายต่อความเข้าใจเป็นวิธีที่ผสมผสานกับกลยุทธ์อย่างอื่น ได้ดี เช่น การเรียนแบบสหร่วมใจ (Cooperative Learning) และ Story Line เป็นต้น
6. วัฏจักรการเรียนรู้สามารถเวียนซ้ำได้อีกในหัวข้อเดียวกัน ประสบการณ์เดิมจะเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทำให้มีความลึกซึ้งในการเรียนเรื่องนั้นมากขึ้น
7. กิจกรรมต่างๆ จะ เป็นไป ในรูปของการบูรณาการวิชาการต่างๆ และทักษะหลายๆ ด้านเข้าด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการดำเนินชีวิต
8. กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT เป็นแนวคิดอีกแนวที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
9. มีกิจกรรมหลากหลายเพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและให้ผู้เรียนได้มีโอกาสค้นพบความสามารถของตนเอง
10. บทบาทและหน้าที่ทั้งครูและนักเรียนจะเปลี่ยนไปตามกิจกรรมในวัฏจักรการเรียนรู้ครูจะทำหน้าที่คล้ายกับพนักงานขายเมื่อแนะนำหัวข้อใหม่ครูต้องเข้าใจถึงความคิดรวบยอดของหัวข้อนั้น ทำให้เรื่องนั้นน่าสนใจชวนติดตาม หากมีการเริ่มต้นที่ดีแน่ใจได้ว่าบทเรียนนั้นจะประสบความสำเร็จ ในทางปฏิบัติส่วนนี้เป็นส่วนที่ท้าทายผู้สอนมากที่สุด จากนั้นเป็นส่วนของเนื้อหาส่วนนี้ครูเป็นผู้ให้ความรู้เป็นผู้ประสานงานทางวิชาการ และนักเรียนจะทบทวนทำแบบฝึกหัดหรือใบงาน โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาคอยช่วยเหลือเมื่อจำเป็นเป็นรายบุคคล ในส่วนที่สามและในขั้นสุดท้ายครูจะเป็นเพื่อนเรียนหรือกรรมการช่วยกันหาแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์หรือเป็นฐานประสบการณ์สำหรับเรียนรู้ต่อไป จะเห็นว่าครูทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับเนื้อหาจริงเพียงหนึ่งในสี่ของเวลาทั้งหมดเท่านั้น



กิตติคม กาวิรัตน์ (2543, น. 31–34) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไว้ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และเป็นการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิถีหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะเก่งดีมีสุข โดยลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวตามวัฏจักรการเรียนรู้ที่เลียนแบบสมองของมนุษย์สามารถทำให้ผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Learning Style) การมีศักยภาพของตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว ผู้เรียนและการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายเกิดการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่มีสื่อที่ทันสมัย และมีการประเมินผลตามสภาพจริง ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้คือ ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะเก่ง ดี และมีความสุข

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542, น. 62–6) ได้กล่าวถึงเทคนิคที่สำคัญในการใช้กิจกรรมแบบ 4 MAT ไว้ว่า ในระหว่างการเรียนรู้การสอนหากเด็กถามเราเราไม่ควรจะตอบคำถาม แต่ควรกระตุ้นให้เด็กอยากรู้และค้นหาคำตอบด้วยตนเองหรือให้เด็กตั้งคำถามต่อ เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ต้องพยายามสร้างคำถามและแรงจูงใจจนทำให้เด็กเกิดความอยากเรียน

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ต้องอธิบายความรู้ความเข้าใจโดยเน้นการศึกษาด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นของการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นของการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ความคิดที่กล้าคิด และจินตนาการ หากครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ก็จะเป็นกิจกรรมอีกรูปแบบหนึ่งที่สะดวกใช้และเอื้อต่อการเรียนรู้ของเด็ก

กิตติชัย สุชาติโนบล (2545, น. 154–155) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไว้ดังนี้

1. เพื่อเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนกับพัฒนาการทางสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างเท่าเทียมกัน
2. เพื่อให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของผู้เรียนแต่ละประเภท และผู้เรียนมีโอกาสร่วมความสำเร็จในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีลักษณะดี มีปัญญา และมีความสุขในการเรียนรู้

## 2.2.5 ข้อดี และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2545, น. 165-166) ได้เสนอแนะข้อดี และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไว้ดังนี้

### ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

1. ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกันตามความถนัดของตนเอง

2. ช่วยพัฒนาสมองของผู้เรียนทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล

3. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

4. ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้จากการค้นพบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง

5. ผู้เรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ได้จริง

6. ส่งเสริมทักษะทางสังคมอันดีงามในตัวผู้เรียน

### ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

1. ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากพอสมควร ดังนั้นถ้าผู้สอนยังจัดตารางสอนเป็นรายคาบ ควรวางแผนการสอนให้เหมาะสม

2. ถ้าผู้เรียนขาดความรับผิดชอบในการเรียนรู้จะไม่สามารถประสบความสำเร็จในการเรียน

3. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่หลากหลายเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวิธีการค้นคว้าหาความรู้ตามความสนใจ

4. ไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ใดที่ดีที่สุดเพราะแต่ละรูปแบบการเรียนรู้มีความแตกต่างกัน

5. ถ้าผู้สอนไม่ศึกษาและไม่ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความถนัดของผู้เรียนที่ตนรับผิดชอบอย่างเพียงพอ อาจทำให้ผู้เรียนบางคนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน

จากการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่เรียน เกิดความรู้ความเข้าใจในการนำไปใช้ เกิดความรู้สึกร่วมกันในการทำกิจกรรมที่ตนเองถนัดและไม่ถนัด ทำให้เกิดความสนุกสนานสามารถสร้างผลงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง รวมทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ ได้ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยธรรมชาติ มีแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถาม 4 คำถาม ได้แก่ ทำไม (Why?), อะไร (What?), อย่างไร (How) และ ถ้า (If) มีการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน
- ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์
- ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด
- ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดจากข้อมูลเพิ่มเติม
- ขั้นที่ 5 ลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้
- ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง
- ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่าและการนำไปประยุกต์ใช้
- ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่นเพื่อประยุกต์ใช้

## 2.3 ผังมโนทัศน์

### 2.3.1 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของผังมโนทัศน์

ผังมโนทัศน์ (Mind Map) เป็นผลงานของนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อ Tony Buzan ได้รับการเผยแพร่สู่สาธารณชนครั้งแรกทางรายการ Use Your Head ของสถานีโทรทัศน์บีบีซี และหนังสือชื่อเดียวกันโดยสำนักพิมพ์บีบีซี เมื่อปี 2517 มีการแปลเป็นไทยอยู่หลายคำ เช่น ผังมโนทัศน์ แผนผังความคิด แผนผังมโนทัศน์ เป็นต้น ผลงานของ Tony Buzan เคยมีสำนักพิมพ์โกมลคีมทอง แปลมาจาก Use Both Sides of Your Brain เมื่อปี 2535 ต่อมาสำนักพิมพ์ขวัญข้าว 94 พิมพ์ “ใช้หัวคิด” ซึ่งแปลมาจาก Use Your Head เมื่อปี 2541 และ “วิธีเขียน Mind Map ฉบับเจ้าสำนัก” เมื่อปี 2547 (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 173)

### 2.3.2 ความหมายของผังมโนทัศน์

นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของผังมโนทัศน์ ดังนี้

Moreira (1979, p. 283) กล่าวว่าผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับชั้น เพื่อแสดงให้เห็นการจัดมโนทัศน์ของวิชาใดวิชาหนึ่งหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของวิชานั้น ซึ่งอาจจะมีทิศทางเดียวหรือ 2 ทิศทางหรือมากกว่า

Ruiz – Primo and others (1998) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนภาพที่มีส่วนแสดงมโนทัศน์ เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ เพื่อแสดงว่ามโนทัศน์มีความสัมพันธ์กัน และคำเชื่อมโยงเป็นการแสดงว่า มโนทัศน์นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542) อธิบายไว้ว่า การใช้แผนที่รูปแบบต่างๆ จะทำให้เห็นภาพรวมทั้งหมด เห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดต่างๆ ซึ่งทำให้ความคิดยืดหยุ่น และเห็นภาพข้อเท็จจริงชัดเจนสามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้นาน

ศิวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) ได้อธิบายความหมายของผังมโนทัศน์ไว้ว่า แผนผังความคิดเป็นการจัดกลุ่มความคิดรวบยอด เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของความคิดระหว่างความคิดหลักกับความคิดรองลงไป

ชัยญา ผลอนันต์ และ ขวัญฤดี ผลอนันต์ (2550) อธิบายว่า ผังมโนทัศน์ เป็นภาพสะท้อนของการคิดเป็นรูปธรรม จึงเป็นการทำงานตามธรรมชาติของความคิดเป็นเทคนิคเชิงกราฟิกที่ทรงพลังเสมือนกุญแจสารพัดประโยชน์ที่จะเปิดสมองให้ทำงานได้อย่างเต็มศักยภาพ

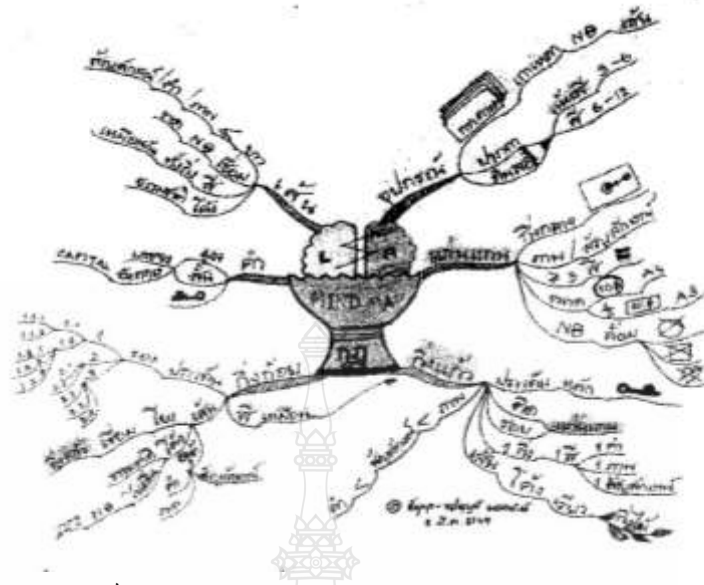
ทิสนา แคมมณี (2558) ให้ความหมายว่า ผังความคิดเป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวมโดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ มีเส้นประสาทคอร์ปัสคอลลัมเป็นเสมือนสะพานเชื่อม

จากความหมายผังมโนทัศน์ข้างต้นสรุปได้ว่า เป็นแผนภาพ หรือเทคนิคกราฟิกที่แสดงออกทางด้านความคิด รอบทิศทาง เป็นวิธีของกระบวนการคิดตามธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง โครงสร้างในภาพรวมโดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด และความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ ซึ่งสะดวกต่อการจดจำข้อมูลและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

### 2.3.3 กฎของผังมโนทัศน์

ชัยญา ผลอนันต์ และ ขวัญฤดี ผลอนันต์ (2550) สรุปกฎของผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. เริ่มด้วยภาพสี่ตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ ภาพภาพเดียวมีค่ากว่าคำพันคำ ช้ายังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และเพิ่มความจำมากขึ้นด้วย ให้วางกระดาษตามแนวนอน
2. ใช้ภาพให้มากที่สุดที่สุดในผังมโนทัศน์ ตรงไหนที่ใช้ภาพได้ให้ใช้ก่อนคำหรือรหัส เป็นการช่วยการทำงานของสมอง ดึงดูดสายตา และช่วยจำ
3. ควรเขียนคำบรรจงตัวใหญ่ๆ ถ้าเป็นภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ เพื่อว่าเมื่อย้อนกลับมาอ่านใหม่จะให้ภาพที่ชัดเจน สะดุดตา อ่านง่าย และก่อนผลกระทบต่อความคิดมากกว่า การใช้เวลาเพิ่มอีกเล็กน้อยในการเขียนตัวให้ใหญ่ อ่านง่าย ชัดเจน จะช่วยให้เราสามารถประหยัดเวลาได้เมื่อย้อนกลับมาอ่านใหม่อีกครั้ง
4. เขียนคำเหนือเส้น และแต่ละเส้นต้องเชื่อมต่อกันกับเส้นอื่นๆ เพื่อให้ผังมโนทัศน์มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ
5. คำควรมีลักษณะเป็น “หน่วยคำ” กล่าวคือ คำละเส้น เพราะจะช่วยให้แต่ละคำเชื่อมโยงกับคำอื่นๆ ได้อย่างอิสระ เปิดทางให้ผังมโนทัศน์คล่องตัวและยืดหยุ่นมากขึ้น ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 กฎของผังมโนทัศน์ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 174)

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2551) ได้สรุปกฎการทำผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. เริ่มด้วยภาพสี่ตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ ภาพ ภาพเดียวมีค่ากว่าคำพันคำ และยังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และยังเพิ่มความจำมากขึ้นด้วย
2. ใช้ภาพให้มากที่สุดในผังมโนทัศน์ก่อนคำสำคัญ (Key Word) หรือรหัสเพื่อเป็นการช่วยการทำงานของสมอง ดึงดูดสายตา และช่วยในการจำ
3. ควรเขียนคำสำคัญตัวบรรจงตัวใหญ่ๆ ถ้าเป็นภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เมื่อย้อนกลับมาอ่านใหม่จะทำให้ภาพชัดเจน สะดุดตา อ่านง่าย และก่อนผลกระทบบทกับความคิดมากกว่า การใช้เวลาเพิ่มอีกเล็กน้อยในการเขียนตัวให้ใหญ่จะทำให้อ่านง่าย ชัดเจน และจะช่วยให้สามารถประหยัดเวลาได้เมื่อย้อนกลับมาอ่านใหม่อีกครั้ง
4. เขียนคำสำคัญเหนือเส้น และแต่ละเส้นต้องเชื่อมต่อกับเส้นอื่นๆ เพื่อให้ผังมโนทัศน์มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ
5. คำสำคัญควรมีลักษณะเป็น “หน่วย” โดยคำสำคัญ 1 คำ ต่อเส้น 1 เส้น คำละเส้น เพราะจะช่วยให้แต่ละคำเชื่อมโยงกับคำอื่นๆ ได้อย่างอิสระ เปิดทางให้ผังมโนทัศน์คล่องตัวและยืดหยุ่นมากขึ้น
6. ระบายสีให้ทั่วผังมโนทัศน์เพราะสีจะช่วยยกระดับความจำ เพลิดเพลิน กระตุ้นสมอง ชี้กขา

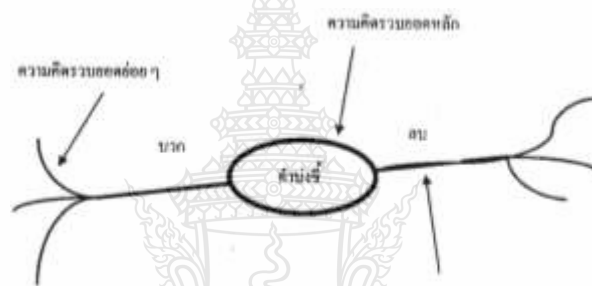
7. เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ๆ ควรปล่อยให้ห้วงคิดมีอิสระมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่ามัวคิดว่า จะเขียนลงตรงไหนดี หรือว่าจะใส่หรือไม่ใส่อะไรลงไป เพราะส่วนแต่ละจะทำให้งานล่าช้าอย่างน่าเสียดาย

สรุปกฎของผังมโนทัศน์จะเน้นความสัมพันธ์ของประเด็นความคิดหลัก ประเด็นความคิดรอง และประเด็นย่อย โดยอาศัยคำ กลุ่มคำ รูปภาพ สี เส้น สัญลักษณ์ เป็นปัจจัยในการเชื่อมโยงความคิดที่ผู้เขียนสื่อออกมาตามรูปสัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน

### 2.3.4 รูปแบบของผังมโนทัศน์

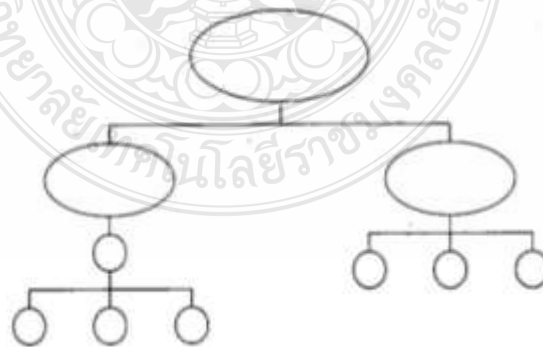
ชาตรี เกิดธรรม (2547) ได้อธิบายไว้ว่า ผังมโนทัศน์นั้นมีหลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

#### 1. ผังมโนทัศน์แบบ Tony Buzan



ภาพที่ 2.7 ผังมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Tony Buzan (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 176)

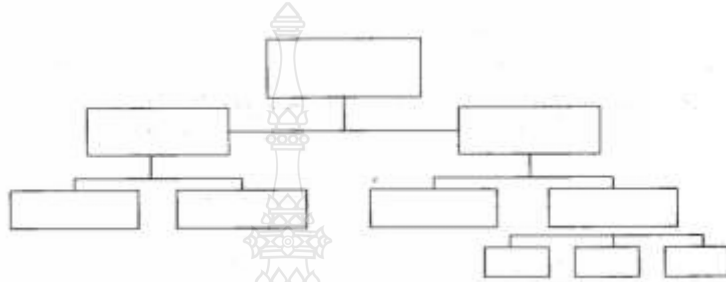
2. ผังมโนทัศน์รวบยอด (A Concept Map) ผังมโนทัศน์ชนิดนี้ใช้ในการเขียนแสดงความคิดรวบยอดไว้กึ่งกลาง ลากเส้นให้สัมพันธ์กับความคิดรวบยอดอื่นๆ ที่สำคัญรองลงไป หรือซับซ้อน



ภาพที่ 2.8 ผังมโนทัศน์รวบยอด (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 177)

วิลรัตน สุนทรโรจน์ (2551) ได้เสนอรูปแบบการสร้างผังมโนทัศน์ไว้หลายลักษณะ ดังนี้

1. ผังมโนทัศน์แบบกิ่งไม้ (Branching Map) นำเสนอโดยเขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ข้างบนหรือตรงกลาง แล้วลากเส้นให้เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดอื่นๆ ที่สำคัญรองลงไปตามลำดับ นำไปใช้กับการเขียนแผนภูมิการทำงาน แผนภูมิการบริหารงาน ประวัติการครองพระนครศรีอยุธยา ลำดับกษัตริย์ในพระราชวงศ์ ประวัติของตนเอง ดังภาพที่ 2.9



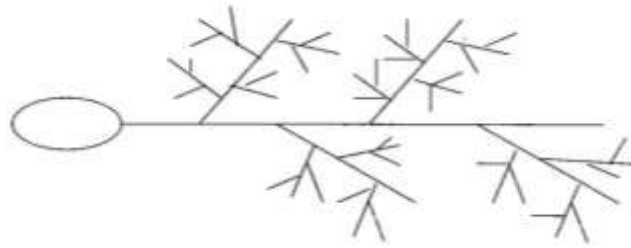
ภาพที่ 2.9 ผังมโนทัศน์แบบกิ่งไม้ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 179)

3. ผังมโนทัศน์แบบใยแมงมุม (Spider Map) นำเสนอโดยเขียนความคิดรวบยอดที่สำคัญไว้ตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ แล้วเขียนคำอธิบายหรือบอกลักษณะของความคิดรองลงไปไว้ในลักษณะของใยแมงมุม นำไปเขียนสรุปเรื่องที่อ่าน นำไปเขียนเรื่องใหม่ เช่น ประวัติของข้าพเจ้า ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ผังมโนทัศน์แบบใยแมงมุม (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 180)

4. ผังมโนทัศน์แบบก้างปลา (Fishbone Map) นำเสนอโดยเขียนประเด็นหรือเรื่องหลัก และเสนอสาเหตุและผลต่างที่เกี่ยวข้อง เช่น เส้นทางคมนาคมทางบกหรือทางน้ำ การทำงานของหน่วยงานแล้วแยกเป็นสาขาหรือแผนก แผนผังการปกครองของท้องถิ่น เป็นต้น ดังภาพที่ 2.11



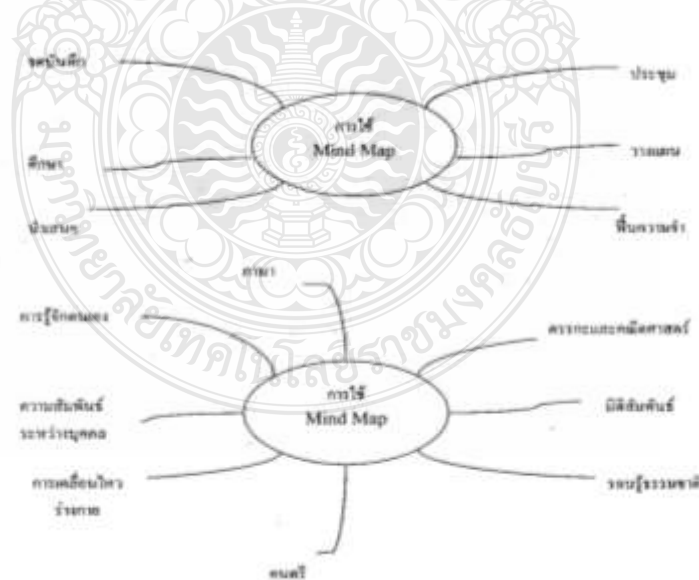
ภาพที่ 2.11 ผังมโนทัศน์แบบกิ่งปลา (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 180)

จากภาพผังมโนทัศน์ (Mind Mapping) ลักษณะต่างๆ ที่นำเสนอมานั้น แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างทุกส่วนของความคิดรวบยอดหลัก และความคิดรวบยอดรองลงไป หรือเป็นความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องที่มีการโยงความสัมพันธ์เข้าด้วยกัน ทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในการอ่านและศึกษา และเพิ่มความคงทนในการเรียนรู้ และยังช่วยในการพัฒนาความคิดแบบวิจารณ์ (Critical Thinking) เพิ่มการมีเหตุผล และช่วยพัฒนาการความคิด ความจำ และการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

### 2.3.5 ขั้นตอนการสร้างผังมโนทัศน์

ทิสนา แคมมณี (2548) เสนอขั้นตอนการสร้างผังมโนทัศน์ ดังนี้

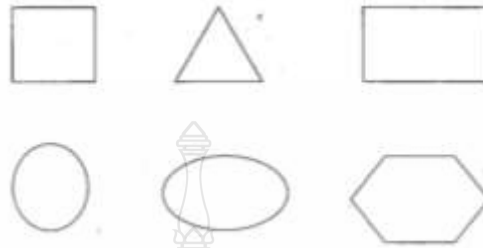
1. เขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรงกลางแล้วแตกสาขาออกไปเป็นความคิดรวบยอดย่อยๆ ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างขั้นตอนแรกของการเขียนผังมโนทัศน์ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 182)



2. เขียนคำที่เป็นตัวแทนความหมายของความคิดนั้นๆ ลงไป และใช้รูปทรงเรขาคณิตแสดงระดับของคำ คำใดอยู่ในขอบเขตหรือระดับเดียวกันใช้รูปทรงเรขาคณิตเดียวกันล้อมกรอบคำนั้น รูปทรงเรขาคณิตที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 รูปทรงเรขาคณิตที่ใช้ในผังมโนทัศน์ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 183)

3. ลากเส้นเชื่อมโยงความคิด เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของความคิดต่างๆ เส้นที่ใช้อาจเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรืออาจใช้ลูกศรแสดงความเชื่อมโยงความคิดต่างๆ ตัวอย่างการใช้เส้น ดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 ลักษณะของเส้นที่ใช้ในผังมโนทัศน์ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 183)

4. ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เป็นตัวแทนความหมายของความคิด และความรู้อีกต่างๆ ดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างภาพสัญลักษณ์ที่ใช้แทนความหมายในผังมโนทัศน์ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 184)



ที่ศูนย์กลางซึ่งเรียกว่า “แก่นแกน” จะช่วยให้ผู้เรียน ได้ตั้งสติว่า กำลังคิดอะไรอยู่และยังเพิ่มความน่าสนใจให้กับผังโน้ตสนั่นแผ่นนั้น นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดสมาธิด้วย

3. ใช้สีสันทันให้ทั่วทั้งแผ่น เพราะสีสันทันช่วยเราอารมณ์คุณได้เช่นเดียวกับรูปภาพสีที่หลากหลายไม่เพียงแต่จะช่วยเพิ่มชีวิตให้กับผังโน้ตสนั่นของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มพลังความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย อีกทั้งเวลาเขียนผังโน้ตสนั่นด้วยสีสันทันก็พาให้สนุกสนานขึ้น

4. เชื่อม โยงกิ่งแก้วซึ่งเป็นประเด็นสำคัญ เข้ากับ “แก่นแกน” ที่เป็นภาพอยู่ตรงกลาง และเชื่อม “กิ่งก้อย” หรือความคิดย่อยๆ แยกแขนงออกมาจาก “กิ่งแก้ว” ออกไปเป็นขั้นที่ 2 และ 3 ตามลำดับ เพราะเหตุใดจึงต้องทำเช่นนั้น สมอของคนที่ทำงานด้วยการเชื่อมโยงความคิด เมื่อผู้เรียนเชื่อมโยงกิ่งก้านต่างๆ เข้าด้วยกันจะเข้าใจและจดจำได้ง่ายมากขึ้น การเชื่อมโยงที่เป็นความคิดหลักๆ ยังสร้างและกำหนดโครงสร้างพื้นฐานให้กับความคิดของผู้เรียนด้วย วิธีการนี้คล้ายคลึงกับธรรมชาติของต้นไม้ที่แตกกิ่งก้านสาขาออกไปรอบๆ ลำต้น (หรือแก่นแกนของต้นไม้) ถ้าหากต้นไม้มีช่องว่างเล็กๆ อยู่ระหว่างลำต้นกับกิ่งแก้ว หรือช่องว่างระหว่างกิ่งแก้วกับกิ่งก้อยหรือกิ่งย่อยเล็กๆ ต้นไม้ต้นนั้นคงโค่นล้มลงมาแน่ๆ ผังโน้ตสนั่นก็เช่นเดียวกัน ถ้ากิ่งต่างๆ ไม่เชื่อมต่อกันองค์ประกอบต่างๆ ก็จะเสียขบวนไป องค์ประกอบก็จะเสียเอกภาพ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งความจำและการเรียนรู้) ฉะนั้นกิ่งทุกกิ่งต้องเชื่อมโยงติดต่อกัน

5. วาดกิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งแทนที่จะเขียนเป็นเส้นตรง เพราะสมองของผู้เรียน เบื่อเส้นตรง เส้นโค้งจะช่วยทำให้คุณเป็นธรรมชาติเช่นเดียวกับกิ่งไม้ ทั้งเส้นโค้งยังช่วยดึงดูดสายตาและต้องตาต้องใจมากขึ้น

6. ใช้คำมูลเพียงคำเดียวที่สะท้อนใจความหรือประเด็นสำคัญ เท่านั้น และหนึ่งคำมูลต่อหนึ่งกิ่งเท่านั้น ทั้งนี้เพราะคำสำคัญที่กินใจความทั้งหมดเพียงคำเดียวจะทำให้ผังโน้ตสนั่นมีพลังและมีความยืดหยุ่นมากกว่าคำมูลที่เป็นประเด็นหลักเพียงคำเดียว จะทำหน้าที่เหมือนเป็น “ตัวคุณ” ที่จะแตกแยกย่อยออกไปเกาะเกี่ยวสิ่งอื่นๆ อีกมากมาย ยิ่งใช้คำมูลที่สั้นมากเท่าใดยิ่งมีอิสระในการแตกแขนงกิ่งย่อยออกไปได้มากยิ่งขึ้น ผังโน้ตสนั่นที่ใช้คำมูลหลายๆ คำบนกิ่งเดียวกัน เช่น เขียนเป็นวลีหรือประโยคจะไม่ก่อให้เกิดผลดีที่ตามมา ผังโน้ตสนั่นจึงใช้คำมูลเพียงคำเดียวแต่ละกิ่งเปรียบเหมือนมือที่นิ้วและข้อต่างๆ ทำงานได้อย่างอิสระและคล่องแคล่ว แต่ผังโน้ตสนั่นที่ใช้คำยาวๆ หรือใช้วลีและประโยคบนกิ่งต่างๆ จะเปรียบได้กับมือที่เข้าฝือกเอาไว้ ขยับจับถือได้อย่างจำกัดไม่คล่องตัว

7. ใช้รูปภาพประกอบให้ทั่วทั้งผังโน้ตสนั่น ทุกๆ ภาพก็เหมือนกับ “แก่นแกน” มีความหมายเท่ากับคำพ้องคำ ดังนั้นถ้าผู้เรียนใช้เพียง 10 ภาพในแผนที่ของตนก็เท่ากับว่าได้บันทึกคำหมื่นคำลงไปเรียบร้อยแล้ว

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2551) ได้อธิบายขั้นตอนในการเขียนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. การสร้างภาพศูนย์กลาง การทำภาพให้น่าสนใจ มีดังนี้

1.1 ภาพควรมีสีไม่น้อยกว่า 3 สี

1.2 ขนาดของภาพไม่ควรมีขนาดใหญ่จนเกินไป ขนาดพอเหมาะประมาณ

2 ตารางนิ้ว ภาพไม่จำเป็นต้องมีภาพเดียว อาจมีหลายๆ ภาพ หรือหลายๆ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น

1.3 ถ้าเป็นภาพที่มีลักษณะเคลื่อนไหวก็จะดี

1.4 ไม่ควรจะใช้กรอบภาพศูนย์กลาง เพราะกรอบอาจจะเป็นการสกัดกั้นการไหล

ของความคิด

2. การหาคำสำคัญ (Key Word) คำสำคัญควรมีลักษณะ ดังนี้

2.1 ควรเป็นคำเดียว วลี หรือข้อความสั้นๆ

2.2 ควรเป็นคำที่สื่อความหมายได้ดี แสดงถึงจุดเน้น กระตุ้นความสนใจง่ายต่อการจำ

3. การหาความคิดรองหรือการแตกกิ่ง ควรทำดังนี้

3.1 เป็นคำสำคัญที่รองลงไป หรือเป็นส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับคำสำคัญ/คำ

กุญแจ เป็นการลงรายละเอียด

3.2 ควรเขียนบนเส้นที่ต่อออกไป แต่เส้นจะเรียวยาวไปเรื่อยๆ

3.3 ถ้าต้องการเน้นอาจทำให้เด่น เช่น การล้อมกรอบ ใส่กล่อง หรือขีดเส้นใต้ เป็นต้น

3.4 คำภาพ/เส้น บนสาขาเดียวกันควรใช้สีเดียวกัน

3.5 การแตกกิ่งควรแตกทิศเฉียงมากกว่าแตกบน - ต่าง

3.6 การแตกกิ่งไม่ควรให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง ควรแตกกิ่งเพื่อให้ได้ภาพผัง

มโนทัศน์ที่สมดุล (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 173-182)

จากการศึกษาเกี่ยวกับผังมโนทัศน์พอสรุปได้ว่า ผังมโนทัศน์เป็นวิธีการช่วยบันทึกความคิด เพื่อให้เห็นภาพความคิดที่หลากหลายมุมมองที่กว้างและชัดเจนกว่าการบันทึกที่เราคุ้นเคย เป็นวิธีการที่สอดคล้องกับโครงสร้างการคิดของมนุษย์ที่บางช่วงสมองจะกระโดดออกนอกทางขณะที่กำลังคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การทำให้สมองได้คิด ได้ทำงานตามธรรมชาติ นั้น มีลักษณะเหมือนต้นไม้ที่แตกกิ่งก้านออกไปเรื่อยๆ โดยมีหลักสำคัญในการทำผังมโนทัศน์ คือ เริ่มด้วยภาพสีตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ ใช้ภาพแทนคำให้มากที่สุด คำสำคัญให้เขียนด้วยตัวบรรจงใหญ่ๆ ถ้าเป็นภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ การเขียนคำให้เขียนไว้บนเส้น 1 คำ ต่อ 1 เส้น แต่ละเส้นต้องเชื่อมต่อกับเส้นอื่นๆ แล้วระบายสีให้ทั่วผังมโนทัศน์นั้น

## 2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.4.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนสามารถได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2537, น. 71) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สามารถแสดงออกมา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, น. 29) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะ ความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมอง

พิชิต ฤทธิจรูญ (2545, น. 96) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมด้านความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลเป็นสมรรถภาพทางด้านสมอง หรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, น. 329) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำหรือกระทำได้น้อยก่อนจะทำการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่มีการวัดได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 7) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ในบทเรียนต่างๆ ประกอบด้วย ความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ

ไพโรจน์ ชำนาญ (2550, น. 25) ได้กล่าวถึงความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลที่พัฒนาออกงามขึ้นอันเนื่องมาจากการเรียนการสอน ประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ทักษะ ความรู้ลึก และค่านิยมต่างๆ

Good (1959, p. 6) ได้กล่าวถึงความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้หรือพัฒนาทักษะการเรียนรู้ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบหรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย หรือทั้งสองอย่าง จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีความแตกต่างกันหลังจากการได้เรียนรู้ และสามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบหรืองานที่ได้รับมอบหมาย และการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทาง

สมอง ด้านความรู้ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่างๆ สำหรับการวิจัยครั้งนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ ความคิด และด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2556, น. 68) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่างๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่างๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกสอน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลเป็นสมรรถภาพทางด้านสมองหรือสติปัญญาของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ ตามความรู้ทักษะกระบวนการและสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโนทัศน์เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบปรนัย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความคิดตามแนวการวัดและประเมินผล ด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย

#### 2.4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือผลสัมฤทธิ์ (level accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ การวัดด้านการปฏิบัติเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (performance test) การวัดด้านเนื้อหาเป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน และพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (achievement test) โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

แบบทดสอบอัตนัย (subjective oressay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติ

แบบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ ได้แก่ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่า สามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน ดังนี้

1. การวัดด้านการปฏิบัติเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน

2. การวัดด้านเนื้อหาเป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

2.1 แบบทดสอบอัตนัย (subjective oressay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

2.2 แบบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (objective test or short answer)

2.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือ การเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง และมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบถูก-ผิด ลักษณะทั่วไปถือว่าข้อสอบแบบถูก-ผิด คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำ

หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ ลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น. 78-82)

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด
3. ข้อสอบแบบเติมคำ
4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ
5. ข้อสอบแบบจับคู่
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการออกแบบงานวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย โดยสรุปเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

นภัทร ทรัพย์ชม (2548) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และรูปแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียน โดยรวมและรายด้าน 6 ด้าน คือ ด้านการสังเกต ด้านการจัดประเภทสิ่งของด้านการวัด ด้านการใช้จำนวนตัวเลขและการคำนวณด้านความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา และด้านการจัดกระทำข้อมูลมีต่อทักษะมากกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการสอนของสสวท.อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05



รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550, น. 120) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เรื่องแรง มวลและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวัฏจักรการ เรียนรู้ 4 MAT และตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และ ตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

ศรีไพร พนมศรี (2550, น. 82-83) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้แบบ 4 MAT กลุ่ม สาระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนที่ ได้รับโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ปริญญา สดางสิงห์ (2551) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารและ การเปลี่ยนแปลงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบ 4 MAT ผล การศึกษาค้นคว้า พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง สารและ การเปลี่ยนแปลง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.70/85.25 มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7506 หมายความว่า นักเรียนมีก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 75.06 และนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

สุภาพ สิทธิศักดิ์ (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความรู้ ความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความรู้ความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5 Es อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ภัคพล พองพรหม (2552) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร และสารอาหาร ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง อาหาร และสารอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.37/79.29 2) ดัชนีประสิทธิผล ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง อาหาร และสารอาหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6233 3) นักเรียนที่เรียนรู้ โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง อาหาร และสารอาหาร มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์ เรื่อง อาหาร และสารอาหาร อยู่ในระดับมากที่สุด

### 2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Bowers (1989, p. 2605-A) ได้ศึกษาผลการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่สุ่มตัวอย่างจำนวน 54 คน จาก 3 โรงเรียน ของรัฐแคลิฟอร์เนีย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้ระบบ 4 MAT และกลุ่มที่จำกัดการใช้หนังสือให้นักเรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอน เรื่อง การค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการตอบปัญหาที่ต้องคิดวิเคราะห์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Valerie (1995) ได้ศึกษาผลจากการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่นักเรียนระดับ 9 มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ประชากรที่รับการทดสอบ คือ นักเรียนจากชนบท 48 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมในรัฐคอนเนตทิคัต นักเรียนกลุ่มนี้ได้รับการสอนด้วยหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก เป็นเวลา 1 ภาคเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านเจตคติระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกัน

McCarthy (1997) ได้ศึกษาผู้เรียน 4 แบบ กับรูปแบบการเรียนรู้ 4 MAT ซึ่งมีลักษณะพิเศษ คือ ผู้เรียนแต่ละคนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียน ขณะเดียวกันจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดพัฒนาขึ้น โดยเมื่อเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างมีความหมายและเป็นไปตามธรรมชาติ จากความรู้สึกลึกซึ้งที่เป็นผลจากความคิดไตร่ตรอง และสุดท้ายนำไปสู่การกระทำ ครูไม่ต้องแบ่งนักเรียนเป็นแบบต่างๆ แต่ช่วยให้พวกเขาทำงานอย่างสมดุลและสมบูรณ์

Morley (2001, p. 3024-A) ได้ศึกษาผลของระบบการสอนแบบ 4 MAT ต้องการได้รับการรับรองการสำเร็จหลักสูตรคอมพิวเตอร์ โดยการทดสอบนักเรียนที่ลงทะเบียนในคอร์ส Computer Repair Technician ที่ Learning Solutions โดยศึกษาการใช้ระบบการสอนแบบ 4 MAT จากการศึกษาพบว่า คะแนนของนักเรียนที่ได้รับจากการใช้ระบบการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าการใช้หลักสูตรเดิมของ Trinity ความแปรปรวนของการศึกษานี้ขึ้นอยู่กับคะแนนสอบของนักเรียนโดยไม่ขึ้นอยู่กับสไตล์และหลักสูตรที่ใช้ในการสอน

Lee (2004, p. 25) ได้ศึกษาระบบ 4 MAT ว่าเป็นหลักสูตรการสอน มี 8 ขั้นตอนหมุนเวียนตามสไตล์การเรียนรู้ของ David Kolb จึงได้มีการวิจัยจากสาขาต่างๆ เช่น การศึกษาประสาทวิทยาและการจัดการ ซึ่งรูปแบบของระบบนี้ถูกออกแบบโดย Carl Jean Piaget และ Norman Nettleton

ระบบนี้ออกแบบหลักสูตร 2 หลักสูตรใหญ่ ได้แก่ สไตส์การเรียนของผู้เรียนและการชอบด้านใดด้านหนึ่ง (Might – Left – Mode) ออกแบบการใช้หลักสูตรที่ซับซ้อนในระบบโครงสร้าง เพื่อให้สามารถปรับปรุงการเรียนการสอน ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมและสภาพแวดล้อมของหลักสูตรเข้ากันได้กับ สไตส์การเรียนของนักเรียน ซึ่งนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ สามารถพัฒนาสองซีกซ้ายและซีกขวาให้สมดุล การพัฒนาสติปัญญาให้มีความคิดรวบยอด ความสามารถของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การนำความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปปฏิบัติจริงได้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้เรียนเกิดการพัฒนาดตามศักยภาพของตนเอง การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ เป็นเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนในลักษณะการหมุนเวียนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why-What-How-If) แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยจะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดจากข้อมูลเพิ่มเติม ขั้นที่ 5 ลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ และสร้างผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่า และการนำประยุกต์ใช้ปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่นเพื่อนำมาประยุกต์เป็นผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อเน้นทักษะกระบวนการต่างๆ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (o-net) ของโรงเรียนให้เพิ่มขึ้นเกินครึ่งของคะแนนเต็ม และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาโดยมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Research) ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest – Posttest Nonequivalent – Groups Design (Bestand Kahn, 2003, p. 181) ดังแบบแผนการทดลองในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แบบแผนงานวิจัย

โดยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลองเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน คือ

- $O_1$  แทน การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง
- $O_2$  แทน การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง
- $O_3$  แทน การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม

- O<sub>4</sub> แทน การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม
- X แทน การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์
- C แทน การจัดการเรียนรู้ปกติ

### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต – อังกฤษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 367 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต – อังกฤษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 50 คน ได้มาจากการเลือกแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 4 ชนิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ จำนวน 8 แผน โดยมีเนื้อหาสาระ ดังนี้

- แผนที่ 1 เรื่อง การค้นพบกัมมันตภาพรังสี
- แผนที่ 2 เรื่อง ไอโซโทป
- แผนที่ 3 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี
- แผนที่ 4 เรื่อง ครึ่งชีวิต
- แผนที่ 5 เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์
- แผนที่ 6 เรื่อง การประยุกต์ใช้พลังงานนิวเคลียร์และกัมมันตภาพรังสี
- แผนที่ 7 เรื่อง การปริมาณกัมมันตภาพรังสี
- แผนที่ 8 เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. แบบประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. แบบประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### 3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ และการหาคุณภาพเครื่องมือ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนตามรายละเอียด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่องพลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน ผู้วิจัยมีแนวทางดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี พุทธศักราช 2551 เพื่อศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดการการเรียนรู้ 4 MAT และผังโน้ตทัศน์

1.4 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงสอนโดยละเอียด เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้

1.5 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์ได้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน และดำเนินสร้างแผนการจัดการการเรียนรู้ปกติจำนวน 8 แผน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความที่ตรงเชิงเนื้อหา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ จำนวน 5 ท่าน แล้วนำมาปรับปรุง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบ โดยศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และวิเคราะห์หลักสูตร สาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน

2.2 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก สร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 65 ข้อ

2.3 นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบแก้ไขปรับปรุง

2.4 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบแก้ไขปรับปรุง และนำมาวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Item Objective Congruence) ตามวิธีของ Rovinelli และ Hambleton และได้ค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.66 ถึง 1.00 โดยพิจารณาจากเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่า ข้อทดสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด เนื้อหา และ กิจกรรมการเรียนรู้ (IOC) ที่มีค่า  $\geq 0.50$  ถือว่ามีความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 70-71)

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และนำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบไปวิเคราะห์รายข้อ คือ หาค่าความยากง่าย (p) ในช่วงระหว่าง 0.20 – 0.80 และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แล้วเลือกข้อสอบที่ตรงตามเกณฑ์ 30 ข้อ

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กำลังความคลาดเคลื่อนแล้วมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson 20 (KR - 20)

### 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มควบคุม ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชี้แจงจุดประสงค์ของการเรียนให้กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มให้เข้าใจ

2. แนะนำการจัดการการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ให้นักเรียนกลุ่มทดลองเข้าใจลำดับขั้นและการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์

3. ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แล้วตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่ม ตามระยะเวลาที่กำหนดโดยใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลา 5 สัปดาห์ๆ ละ 2 ชั่วโมง จำนวน 10 ชั่วโมง โดยจัดการเรียนรู้ดังนี้

4.1 กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์

4.2 กลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองนำมาวิเคราะห์ทดสอบค่าที (t-test Dependent) และหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมผลการทำแบบทดสอบที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำมาวิเคราะห์ทดสอบค่าที (t-test Independent) และหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัย ตามขั้นตอนดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ t-test Dependent แล้วนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ t-test Dependent แล้วนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ปกติ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ t-test Independent แล้วนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย



### 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.7.1 สถิติในการตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือ

3.7.1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) และเชิงโครงสร้างของเครื่องมือ  
ทุกฉบับโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง  
 $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 $n$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.7.1.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ดังนี้

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

P แทน ค่าความยากง่าย  
R แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบข้อนั้นถูก  
 $n$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3.7.1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ดังนี้

$$r = \frac{R_u - R_l}{f}$$

$r$  แทน ค่าอำนาจจำแนก  
 $R_u$  แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก  
 $R_l$  แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก  
 $f$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

3.7.1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย โดยใช้สูตรของ Kuder – Richardson 20 (KR-20) โดยสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

- $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- $k$  แทน จำนวนข้อสอบ
- $p$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ =  $\frac{R}{n}$  เมื่อ R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น และ n แทนจำนวนผู้สอบ
- $q$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ =  $1 - p$
- $S^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3.7.2 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.7.2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้

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

- เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
- $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนน
- $n$  แทน จำนวนของนักเรียน

3.7.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้

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

- เมื่อ  $S$  แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- $\sum X$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
- $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสองทั้งหมด
- $n$  แทน จำนวนคนทั้งหมด

### 3.7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.7.3.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานก่อนเรียน และหลังเรียนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ปกติ มาวิเคราะห์หาค่า t-test Dependent

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบ
	$\sum D$	แทน	ผลรวมค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนการจัดการเรียนรู้
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนการจัดการเรียนรู้
	$n$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3.7.3.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ปกติมาวิเคราะห์คำนวณหา โดยใช้ t-test Independent ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบ
	$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	$S_1^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	$S_2^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	$n_1$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	$n_2$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ 2

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ข้อ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

**4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้**

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบ (t – test Dependent) ปรากฏดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตค้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	50	14.84	2.53	27.694*	.000
หลังเรียน	50	26.84	2.03		

\*  $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตค้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\bar{X} = 14.84$ , S.D. =2.53) ตามลำดับ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{X} = 26.84$ , S.D. =2.03) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตค้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

#### 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบ (t-test Dependent) ปรากฏดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	50	12.16	2.82	21.509*	.000
หลังเรียน	50	20.06	22.07		

\*  $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\bar{X} = 12.16$ , S.D. =2.82) ตามลำดับ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{X} = 20.06$ , S.D. =22.07) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

#### 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบ (t – test Independent) ปรากฏดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

การทดสอบ	กลุ่ม	N	$\bar{X}$	S.D.	t	sig
หลังเรียน	ทดลอง	50	26.84	2.03	18.402*	.000
	ควบคุม	50	20.06	2.07		

\* p < 0.05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\bar{X} = 26.84$ , S.D. =2.03) ตามลำดับ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{X} = 20.06$ , S.D. = 22.07) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโนทัศน์ สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



## บทที่ 5

### สรุปผล การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นลักษณะของการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Research) แบบแผนการวิจัย (The Pretest – Posttest Nonequivalent – Groups Design) โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต – อังกฤษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 367 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต – อังกฤษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 100 คน ได้มาจากการเลือกแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ จำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ จำนวน 50 คน

เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานก่อนและหลังเรียน เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่า t-test แบบ Dependent และการทดสอบค่า t-test แบบ Independent สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้



## 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีข้อสรุปผลการวิจัยตามรายละเอียด ดังนี้

5.1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 14.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.53 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 26.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.03 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 12.16 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.82 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 20.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.07 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ และเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 26.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.03 และนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 20.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.07 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำไปสู่การอภิปรายผลการวิจัย ตามรายละเอียดดังนี้

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบกับการพัฒนาสมองซีกซ้าย และซีกขวาอย่างสมดุล ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบความต้องการของความถนัดของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (เชิธร พานิช, 2544, น. 24) และเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถนำความรู้ และประสบการณ์ไปใช้ได้จริง (กิตติชัย สุชาติโนบล, 2545, น. 165-166) ชัญญา ผลอนันต์ และ ขวัญฤดี ผลอนันต์ (2550) กล่าวว่า ผังมโนทัศน์เป็นภาพสะท้อนของการคิดเป็นรูปธรรม จึงเป็นการทำงานตามธรรมชาติของความคิดเป็นเทคนิคเชิงกราฟิก เสมือนกุญแจสารพัดประโยชน์ที่จะเปิดสมองให้ทำงานได้อย่างเต็มศักยภาพ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 174) รวมถึงความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด และความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ ซึ่งสะดวกต่อการจดจำข้อมูล การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ประกอบด้วย ความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้และเจตคติ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองศักยภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 7) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของตนเอง ทำให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น สอดคล้องกับ ศรีไพร พนมศรี (2550) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับ ปริญญา สलगสิงห์ (2551) ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.70/85.25 มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.75 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 75.06

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอนที่ครูผู้สอนกำหนด และสอนตามเนื้อหาที่จัดทำขึ้น (จิรัชญา ทิขัตติ, 2550, น. 5) ซึ่งมีการอภิปราย ซักถาม และการใช้สื่อการสอน (ชนกพร ไผทสิทธิกุล, 2555, น. 3) โดยมีขั้นตอนดังนี้ ชำนาญเข้าสู่บทเรียน ชั้นกิจกรรม ชั้นสรุป ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นจัดการเรียนที่สามารถพัฒนาความรู้ของนักเรียนอย่างเป็นระบบที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสอดคล้องกับ สรรชัยพัฒน์ พรหมศรี (2551, น. 62) ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนตามรูปแบบการสอนแบบปกติ เรื่อง งานและพลังงาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ เป็นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนการเรียนรู้ที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวตามวัฏจักรการเรียนรู้ที่เลียนแบบสมองของมนุษย์สามารถทำให้ผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Learning Style) การมีศักยภาพของตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว ผู้เรียนและผู้สอนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (กิตติคม ภาวีรัตน์, 2543, น. 31–34) ในระหว่างการเรียนรู้การสอนหากเด็กถามเราเราไม่ควรจะตอบคำถาม แต่ควรกระตุ้นให้เด็กอยากรู้และค้นหาคำตอบด้วยตนเอง หรือให้เด็กตั้งคำถาม (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2542, น. 62–6 ) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ ได้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิควิธีร่วมกันในการจัดการเรียนสอน แนวการจัดการเรียนรู้มี 8 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดจากข้อมูลเพิ่มเติม ขั้นที่ 5 ลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้และสร้างผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่า และการนำประยุกต์ใช้ปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น เพื่อนำมาประยุกต์เป็นผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ จึงเป็นการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเป็นระบบที่เกิดจากการเรียนรู้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ นภัทร ทรัพย์ชม (2548) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และรูปแบบ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ สุภาพ ลิทธิศักดิ์ (2554) ผลการศึกษา

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความรู้ความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Morley (2001, p. 3024-A) ผลการศึกษาพบว่คะแนนของนักเรียนที่ได้รับจากการใช้ระบบการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าการใช้หลักสูตรเดิมของ Trinity ความแปรปรวนของการศึกษานี้ขึ้นอยู่กับคะแนนสอบของนักเรียน โดยไม่ขึ้นอยู่กับสไตล์และหลักสูตรที่ใช้ในการสอน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเพื่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียน การกระตุ้นด้วยคำถามที่สร้างสรรค์ เสริมแรงในทางบวก เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง หรือแนะนำเกี่ยวกับเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจตรงกันสามารถลงมือปฏิบัติสร้าง ผังมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง

5.3.1.2 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เวลา มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบอื่นๆ ต้องบริหารจัดการเวลาให้มีความยืดหยุ่นและเหมาะสมให้เป็นไปตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

5.3.1.3 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ครูควรศึกษาบทบาทของครู และนักเรียน รวมถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลตามความถนัดเพื่อให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้

5.3.1.4 การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ครูต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้จากประสบการณ์เดิม การคิดไตร่ตรอง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการกำหนดประเด็นที่จะ ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือเรียน หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 วิจัยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ในระดับชั้นอื่นๆ

5.3.2.2 ศึกษาผลการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ต่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นๆ ของนักเรียน

5.3.2.3 วิจัยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

5.3.2.4 ศึกษาตัวแปรตามอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคงทน ความพึงพอใจ และเจตคติทางวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เป็นต้น



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กระทรวง.
- \_\_\_\_\_. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ครูสภา.
- \_\_\_\_\_. (2557). รายงานการพัฒนาคุณภาพสถานศึกษา ปีการศึกษา 2557. นนทบุรี: โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี.
- จิรัชญา ทิฆัดติ. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความรับผิดชอบทางการเรียน วิชาภาษาไทยที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ เอส ที เอ ดี (STAD) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- ชนกพร ไผทสิทธิกุล. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ARC 161 การเขียนแบบทางสถาปัตยกรรมของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิค STAD กับการเรียนแบบปกติ (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2547). เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัชวาลย์ รัตนสวนจิก. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ ระหว่างการสอนแบบร่วมมือ (STAD) การสอนแบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- ทิสนา แจมมณี. (2558). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญา ผลอนันต์ และ ขวัญฤดี ผลอนันต์. (2550). แบบฝึกหัดพิชิต Mind Map. กรุงเทพฯ: มิติเลนเนี่ยม มายด์.
- เชียร พานิช. (2544). 4 MAT การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสอภยวงศ์.
- นภัทร ทรัพย์ชม. (2548). การเปรียบเทียบผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบสสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปริญญา สดางสิงห์. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบ 4 MAT. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- ไพโรจน์ ก้อนทอง. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคม ศาสนาและ วัฒนธรรมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พุทธประวัติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี).
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ภักพล พงพรหม. (2552). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร และสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- รพีพรรณ เพ็ชรเสมอ. (2550). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวลและกฎ การเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และ ตามคู่มือครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- รุ่งฤดี นาระวิน. (2554). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้แบบ 4 MAT. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย มหาสารคาม).
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2551). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศรีไพร พนมศรี. (2550). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา).
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ (Learning Management) (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สมนึก ภัททิยชนี. (2546). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กาลสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- สลักจิต สุขช่วย. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้น  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ด้วยการประยุกต์กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT กับ  
ผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต,  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความรู้ และทักษะ.  
กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์
- สุภาพ สิทธิศักดิ์. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติทาง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะ  
หาความรู้แบบ 5 Es กับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT. (วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา).
- สุวชิรา กัณหา. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การจำแนกสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.  
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรังสิต).
- อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้  
ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้  
โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต,  
มหาวิทยาลัยบูรพา).
- Best, John W. & Kahn, James V. (2003). **Research in education**. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Bowers. (1989). **The Effect of 4 MAT System on Achievement and Attitudes in Science**.  
Dissertation Abstract International.
- Lee. (2004). **Incorporating the 4 MAT System into Initial Instruction and its Effects on  
Student Achievement**. Master Thesis Abstract International.
- McCarthy. (1997). **A Tale of the Learners : 4 MAT's Learning Style**. Education Leadership. [n.p.].
- Morey, Jamie Ann. (2001). **The Effect of the 4 MAT System of Instruction on Achievement in  
Students Completing Computer Certification Courses through Distance Education**.  
Dissertation Abstract International.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย



## รายนามผู้เชี่ยวชาญการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผศ. ดร.ประนอม พันธุ์ไสว อาจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา  
ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์ อาจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา  
ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3. ดร.แสงรุ่ง พูลสุวรรณ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาวิชาการ และ  
ผู้อำนวยการฝ่าย Content development  
บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
4. นางเพ็ญจันทร์ นาकरังยี ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย กรุงเทพมหานคร
5. นางวาสนา พันธุ์มะเกียรติ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี

ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา โทร. 025493209

ที่ ศธ 0578.02/ 0618.2

วันที่ 14 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม พันธุ์โสว

เนื่องด้วย นางสาวปทุม ช่องคันปอน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมี ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างดียิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวปทุม ช่องคันปอน ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง



(ดร.นพดล พรมณีย์)

หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา โทร. 025493209

ที่ ศธ 0578.02/ 0618.1

วันที่ 14 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุวัฒน์ ขวัญบุญจันทร์

เนื่องด้วย นางสาวปทุม ช่องคันปอน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตร



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา โทร. 025493209

ที่ ศธ 0578.02/ 0618

วันที่ 14 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

---

เรียน ดร.แสงรุ่ง พูลสุวรรณ

เนื่องด้วย นางสาวปทุม ช่องคันปอน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมี ดร.รสริน เจิมโรสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์



ที่ ศธ 0578.02/0162

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ต.คลองหก อ.คลองหลวง  
จ.ปทุมธานี 12110

14 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางเพ็ญจันทร์ นาคะวังยี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามฯ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวปทุม ช่องคันปอน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมี ดร.รสริน เจิมโงสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....

ที่ ศธ 0578.02/0162.1

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ต.คลองหก อ.คลองหลวง  
จ.ปทุมธานี 12110

14 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวสนา พันธุมะเกียรติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามฯ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวปทุม ช่องคันปอน นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผัฒมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมี ดร.รสริน เจริมโงสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในกรณี คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวปทุม ช่องคันปอน ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

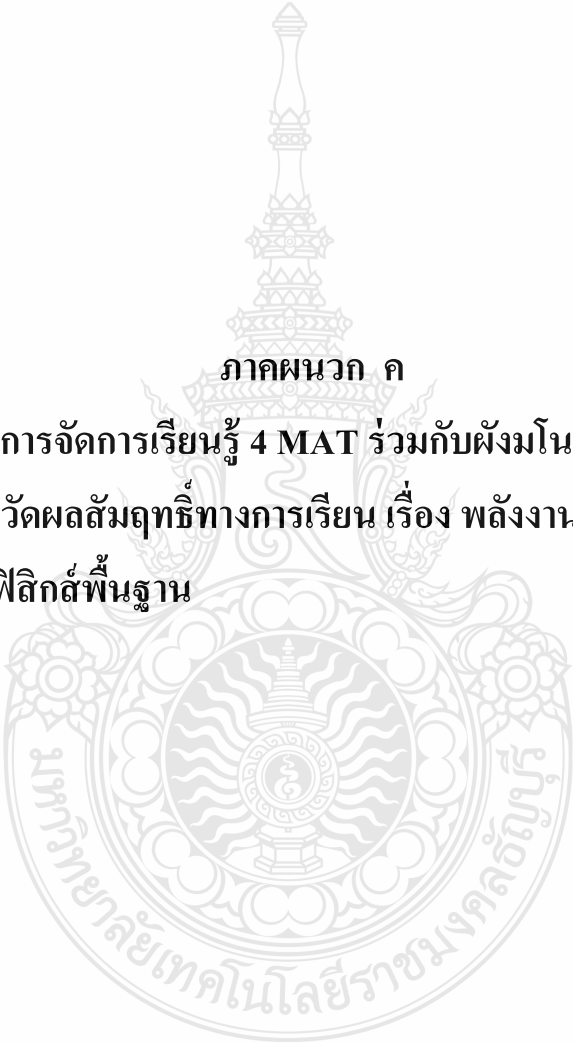
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



- แผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์
- แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์





ภาคผนวก ก

- แผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์
- แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์  
วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

### การจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์

เรื่อง การค้นพบกัมมันตภาพรังสี

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

#### มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

**มาตรฐานการเรียนรู้** มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ตัวชี้วัด

- ว 5.1 ม.4-6/8 อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี  
ว 5.1 ม.4-6/9 อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี และบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### จุดประสงค์การเรียนรู้ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับการค้นพบ และเกิดกัมมันตภาพรังสีได้
2. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการค้นพบ และเกิดกัมมันตภาพรังสีได้
3. เพื่อให้ตระหนักในความสำคัญของการนำความรู้เรื่องการเกิดกัมมันตภาพรังสีไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการค้นพบ และเกิดกัมมันตภาพรังสีได้ (K)
2. สามารถสื่อสารและนำความรู้เรื่องการเกิดกัมมันตภาพรังสีไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ (P)
3. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

## สาระสำคัญ

กัมมันตภาพรังสี เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสของอะตอมที่ไม่เสถียร  
กัมมันตภาพรังสี หมายถึง ปรากฏการณ์การแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง

## สาระการเรียนรู้

### 1. ความรู้

- ความหมายกัมมันตภาพรังสี
- การค้นพบและการเกิดกัมมันตภาพรังสี

### 2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

- ทักษะการคิดวิเคราะห์
- ทักษะการสื่อความหมาย
- ทักษะการสืบค้น
- ทักษะการปฏิบัติกิจกรรม

### 3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์
<p>ช่วงที่ 1 แบบ Why (ทำไม) ขั้นที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน</p> <p>- ครูจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้</p>	<p>15 นาที</p> <p>- ครูตรวจสอบความพร้อมและความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ</p> <p>- ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p> <p>- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>- ครูให้ความรู้และคำแนะนำถึงประเภทรูปแบบวิธีการทำผังมโนทัศน์</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้หัวข้อประเด็นที่จะสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ก่อนการจัดการเรียนรู้</li> <li>- ครูซักถามประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับข่าวสาร เรื่อง sddnm พลังงานทดแทน เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจัดการเรียนรู้</li> </ul>
<p><b>ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้และกระตือรือร้นในการหาประสบการณ์ใหม่อย่างมีเหตุผล เกิดความต้องแสวงหาความหมาย และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียนได้ว่าทำไมตนจึงต้องเรียนรู้เรื่องนี้</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>5 นาที</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข่าวสารที่นักเรียนเคยได้รับทราบมาก่อนเกี่ยวกับพลังงานทดแทน โดยใช้คำถามดังนี้</li> <li>- นักเรียนรู้จักพลังงานทดแทนหรือไม่ อย่างไร</li> <li>- ทำไมเราจะต้องหาแหล่งพลังงานทดแทนมาใช้ในอนาคต</li> </ul>
<p><b>ช่วงที่ 2 แบบ What (อะไร)</b></p> <p><b>ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รวบรวมประสบการณ์และความรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดขึ้นด้วยตนเอง</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>5 นาที</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ โดยใช้คำถามดังนี้</li> <li>- นักเรียนรู้จักพลังงานนิวเคลียร์หรือไม่ อย่างไร</li> </ul>
<p><b>ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดจากข้อมูลเพิ่มเติม</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล และมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ที่หลากหลายจากการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 และ 4 นี้คือ การตอบคำถามว่าสิ่งที่ได้เรียนรู้คือ อะไร</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>10 นาที</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้นักเรียนนำข้อมูลที่สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ วารสารต่างๆ หรือทางอินเทอร์เน็ตที่มีเว็บไซต์ที่เกี่ยวกับหัวเรื่องต่อไปนี้</li> <li>- การค้นพบกัมมันตภาพรังสี</li> <li>- การเกิดกัมมันตภาพรังสี</li> <li>- ความหมายกัมมันตภาพรังสี</li> </ul>

กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม จนสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน โดยใช้คำถามดังนี้</li> <li>- ใครเป็นคนแรกในการค้นพบกัมมันตภาพรังสี</li> <li>- การเกิดกัมมันตภาพรังสี เกิดขึ้นจากอะไร</li> <li>- กัมมันตภาพรังสีความหมายว่าอะไร</li> </ul>
<p><b>ช่วงที่ 3 แบบ How (อย่างไร)</b> <b>ขั้นที่ 5 ลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ และสร้างผังมโนทัศน์</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนเรียนรู้จากแนวคิดพื้นฐาน จากนั้นนำมาสร้างเป็นประสบการณ์</li> <li>- ครูให้ผู้เรียนนำความรู้ ความคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้ในขั้นที่ 3-4 มาทดลองปฏิบัติจริง หรือการทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมความรู้ การฝึกทักษะ และศึกษาผลที่เกิดขึ้น</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>15 นาที</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นมาวางแผนและลงมือปฏิบัติทำผังมโนทัศน์</li> </ul>
<p><b>ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การจัดกิจกรรมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีการลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง</li> <li>- ครูเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วม</li> <li>- ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตนเอง โดยการนำความรู้ความเข้าใจไปใช้หรือปรับประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ใช้ในขั้นที่ 5-6 ก็คือจะทำอย่างไร</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>5 นาที</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผังมโนทัศน์ โดยนำไปติดบริเวณรอบห้อง</li> <li>- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเวียนไปตรวจสอบความถูกต้อง ของแต่ละกลุ่ม และให้คำแนะนำเพิ่มเติม</li> </ul>

กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์
<p><b>ช่วงที่ 4 แบบ If (ถ้า)</b> <b>ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่า และการนำประยุกต์ใช้</b> <b>ปรับแก้ไขผังมโนทัศน์</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วมาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ โดยนักเรียนเป็นผู้วิเคราะห์และเลือกทำกิจกรรมอย่างหลากหลาย</li> <li>- ครูให้ผู้เรียนได้แสดงผลงานของตนเอง ชื่นชมกับความสำเร็จ และเรียนรู้ที่จะวิพากษ์วิจารณ์และรับฟังอย่างสร้างสรรค์ เพื่อการปรับปรุงผลงานของตนให้ดีขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป</li> </ul>	<p><b>5 นาที</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผังมโนทัศน์มาปรับปรุง เพิ่มเติมข้อมูล เพื่อให้ผังมโนทัศน์สมบูรณ์ ถ้ามีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ</li> <li>- นักเรียนร่วมกันแก้ไขผังมโนทัศน์อย่างไรบ้าง</li> </ul>
<p><b>ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น</b> <b>เพื่อนำมาประยุกต์เป็นผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูมีบทบาทเป็นผู้ประเมินผลงานของนักเรียน</li> <li>- การแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดกันและร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปเชื่อมโยง ใช้ในขั้นที่ 7-8 ก็คือ ถ้า ซึ่งอาจนำไปสู่ในการเริ่มต้นของการเรียนรู้ในเรื่องใหม่</li> <li>- นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์จากเนื้อหาทั้งหมดที่ได้เรียนมา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูประเมินผลงานนักเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้</li> <li>- นักเรียนนำผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ไปจัดจัดทำเป็นป้ายนิเทศให้ความรู้</li> </ul>

### สื่อการเรียนรู้

1. หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ วารสาร ฯลฯ
2. เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องทางอินเทอร์เน็ต
3. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สสวท.

## การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

### 1. วิธีการวัดและประเมินผล

1. การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 30 ข้อ
2. สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน
3. สังเกตพฤติกรรมการแสวงหาแหล่งข้อมูลของนักเรียน
4. ผังมโนทัศน์ ( Mind Map)

### 2. เครื่องมือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 30 ข้อ
2. แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน
3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Mind Map)
4. แบบการประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการแสวงหาแหล่งข้อมูลของนักเรียน

### 3. เกณฑ์การประเมิน

1. แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
2. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Mind Map) ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
3. แบบการประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการแสวงหาแหล่งข้อมูลของนักเรียน ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75



แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

คำชี้แจง เพื่อประเมินพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนรายบุคคล ครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินนักเรียนโดยใช้วิธีสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในขณะที่จัดการเรียนรู้แล้วใส่คะแนนให้ตรงกับพฤติกรรมที่เป็นจริงของนักเรียนตามลำดับคะแนน ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน	80 – 100	ดีมาก	= 5
	70 – 79	ดี	= 4
	60 – 69	ปานกลาง	= 3
	50 – 59	พอใช้	= 2
	0 – 49	ปรับปรุง	= 1

เลขที่	ชื่อ - สกุล	(20) การซักถามที่ตรงประเด็น	(20) การตอบคำถามที่ตรงประเด็น	(20) การร่วมกิจกรรม	(20) อภิปรายตรงประเด็น	(20) การแสดงความคิดเห็น	รวมคะแนน (100)	หมายเหตุ
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

เลขที่	ชื่อ - สกุล	(20) การซักถามที่ตรงประเด็น	(20) การตอบคำถามที่ตรงประเด็น	(20) การร่วมกิจกรรม	(20) อภิปรายตรงประเด็น	(20) การแสดงความคิดเห็น	รวมคะแนน (100)	หมายเหตุ
16								
17								
18								
19								
20								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								

เลขที่	ชื่อ - สกุล	(20) การสังเกตที่ตรงประเด็น	(20) การตอบคำถามที่ตรงประเด็น	(20) การร่วมกิจกรรม	(20) อภิปรายตรงประเด็น	(20) การแสดงความคิดเห็น	รวมคะแนน (100)	หมายเหตุ
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								



ผู้ประเมิน.....

วันที่ประเมิน.....

### แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Mind Map )

คำชี้แจง เพื่อประเมินการจัดทำผังมโนทัศน์ของนักเรียน ครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินนักเรียน แล้วใส่คะแนนที่เป็นจริงให้นักเรียนตามลำดับคะแนน ดังนี้

กิจกรรม (Activity)	ระดับคุณภาพ				รวม (Total)
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)	
<b>เนื้อหา (Content)</b>	แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นคว้ามาอย่างดีมาก มีขั้นตอนครบถ้วน มีการสรุปความคิดเห็นโดยใช้เหตุผล ได้อย่างสมเหตุสมผล	แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นคว้ามาอย่างดี มีขั้นตอน ครบถ้วน มีการสรุปความคิดเห็นโดยใช้เหตุผล ได้อย่างสมเหตุสมผล	แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นคว้าปานกลาง ขาดขั้นตอน และรายละเอียด มีการสรุปความคิดเห็น	แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ค้นคว้าปานกลาง ขาดขั้นตอน และรายละเอียด ไม่มี การสรุปความคิดเห็น	
<b>การนำเสนอ ผลงาน (Presentation)</b>	จัดทำแผนภาพอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง ครบคลุมหัวข้อและรายละเอียดที่สำคัญ	จัดทำแผนภาพอย่างเป็นระบบและ นำเสนอด้วยข้อมูลแบบ ที่ถูกต้องครอบคลุมหัวข้อสำคัญ ขาดรายละเอียดในบางหัวข้อ	จัดทำแผนภาพ นำเสนอด้วยข้อมูล ถูกต้อง แต่ไม่ครอบคลุมในหัวข้อสำคัญ บางประเด็นและขาดรายละเอียด	จัดทำแผนภาพ นำเสนอด้วยข้อมูล ถูกต้องบางส่วน ขาดบางประเด็นสำคัญ และขาดรายละเอียด	
<b>การออกแบบ (Design)</b>	มีการใช้ รูปภาพ ตัวอักษรและสี สีสัน เร้าความสนใจ มีมาตราส่วนและสมดุลของภาพ	มีการใช้ ตัวอักษรและสี สีสัน เร้าความสนใจ มีมาตราส่วน และสมดุลของภาพ	มีการใช้ ตัวอักษรและสี สีสัน น่าสนใจ ขาดมาตราส่วน และสมดุลของภาพ	ขาดการใช้ตัวอักษรและสี สีสัน มาตราส่วนและสมดุลของภาพไม่ได้สัดส่วน	
<b>ระดับคุณภาพ</b> 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง		ชื่อกลุ่ม.....  ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (.....)  ...../...../.....			

แบบการประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการแสวงหาแหล่งข้อมูลของนักเรียน

คำชี้แจง เพื่อประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการแสวงหาแหล่งข้อมูลของนักเรียน ครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แล้วใส่คะแนนที่เป็นจริงให้นักเรียนตามลำดับคะแนน ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. การวางแผน ค้นหาแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นหาแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นหาแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นหาแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียว และได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูลและจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้องชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆ ได้ถูกต้องกะทัดรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมายไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน
5. การสรุปผล	สรุปผลได้อย่างถูกต้อง กระชับ และชัดเจน มีเหตุผลที่อ้างอิงจากการสืบค้นได้	สรุปผลได้กระชับ กะทัดรัด แต่ไม่ชัดเจน	สรุปผลโดยไม่ใช่ข้อมูล และไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
6. การเขียนรายงาน	เขียนรายละเอียดตรงตามจุดประสงค์ ถูกต้อง และชัดเจน	เขียนรายงานโดยใช้ภาษาถูกต้อง	เขียนรายงาน โดยสื่อความหมายได้
ระดับคุณภาพ 3 = ดีมาก 2 = ดี 1 = พอใช้	ประเมินโดย <input type="checkbox"/> ครู ชื่อกลุ่ม.....	ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (.....) ...../...../.....	



แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ – นามสกุล.....เลขที่.....

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีทั้งหมด 6 หน้า
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

**1. นักวิทยาศาสตร์คนใดได้พัฒนาวิธีการแยกธาตุที่สามารถแผ่รังสีออกจากกันแล้ว**

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| 1. เบ็กเคอเรล          | 2. เรินต์เกน     |
| 3. ปีแอร์ และมารี คูรี | 4. รัทเทอร์ฟอร์ด |

**2. ข้อใดเป็นการสลายตัวของนิวเคลียสของอะตอมที่ไม่เสถียร**

- |                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| 1. กัมมันตรังสี | 2. กัมมันตภาพรังสี |
| 3. นิวเคลียส    | 4. นิวเคลียร์      |

**3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของกัมมันตรังสี**

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1. ปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เอง | 2. ธาตุที่สามารถทำให้แผ่รังสีเองไม่ได้ |
| 3. สมบัติในการแผ่รังสีได้เองไม่ได้ | 4. ธาตุที่สามารถแผ่รังสีออกมาได้       |

**4. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ ไอโซโทป**

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1. เลขอะตอมเท่ากัน เลขมวลต่างกัน  | 2. เลขอะตอมเท่ากัน เลขมวลเท่ากัน |
| 3. เลขอะตอมเท่ากัน นิวตรอนเท่ากัน | 4. โปรตอนต่างกัน นิวตรอนต่างกัน  |

**5. ข้อใดเป็นจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสของ  $^{27}_{13}Al$**

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. 13 | 2. 14 |
| 3. 27 | 4. 40 |

**6. จำนวนของอะตอมของธาตุ  $^{196}_{78}Pt$  และ  $^{197}_{79}Au$  มีค่าเท่ากัน**

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1. นิวคลีออน | 2. นิวตรอน    |
| 3. โปรตอน    | 4. อิเล็กตรอน |

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของกัมมันตภาพรังสี

1. สมบัติในการแผ่รังสีได้เองไม่ได้
2. ธาตุที่สามารถแผ่รังสีออกมาได้
3. ธาตุที่สามารถทำให้แผ่รังสีเองไม่ได้
4. ปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เอง

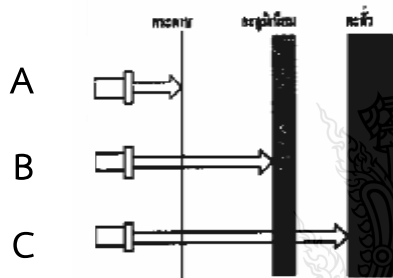
8. ข้อใดเป็นประกอบรังสีแอลฟา

1. 2 โปรตอน
2. 2 โปรตอน กับ 2 นิวตรอน
3. 2 โปรตอน กับ 2 อิเล็กตรอน
4. 4 โปรตอน

9. คุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของอนุภาคแอลฟา คือข้อใด

1. มีอำนาจทะลุทะลวง
2. มีพลังงานจลน์สูงกว่าอนุภาคตัวอื่น
3. ทำให้สารที่ผ่านแตกตัวเป็นไอออน
4. คล้ายกับรังสีเอกซ์ (X - ray)

10. จากรูปตำแหน่ง A, B, C เป็นรังสีชนิดใด



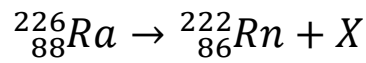
1.  $\beta \alpha \gamma$
2.  $\beta \gamma \alpha$
3.  $\alpha \beta \gamma$
4.  $\alpha \gamma \beta$

11. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมการการสลายให้อนุภาคบีตา

1.  ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{90}^{234}Th + {}_2^4X$
2.  ${}_{6}^{14}C \rightarrow {}_{7}^{14}N + {}_{-1}^0X$
3.  ${}_{81}^{208}Tl^* \rightarrow {}_{81}^{208}Th + {}_0^0X$
4.  ${}_{6}^{12}C^* \rightarrow {}_{6}^{12}C + {}_0^0Y$



12. นิวเคลียสของเรเดียม – 226 จากสมการที่กำหนดให้ X หมายถึงข้อใด



- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 1. รังสีแกมมา    | 2. อนุภาคบีตา  |
| 3. อนุภาคนิวตรอน | 4. อนุภาคแอลฟา |

13. นักโบราณคดีตรวจพบเรือไม้ลำหนึ่งว่ามีอัตราส่วนของปริมาณ C – 14 ต่อ C – 12 เป็น 25% ของอัตราส่วนสำหรับสิ่งที่มีชีวิต สันนิษฐานได้ว่าซากเรือนี้มีอายุกี่ปี (กำหนดให้ครึ่งชีวิตของ C – 14 เป็น 5,730 ปี)

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1. 2,865 ปี  | 2. 5,730 ปี  |
| 3. 11,460 ปี | 4. 22,920 ปี |

14. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดจากการหลอมรวมนิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลน้อยเรียกว่าอะไร

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน | 2. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน |
| 3. นิวเคลียร์                | 4. เทอร์โมนิวเคลียร์         |

15. ปฏิกิริยาใด เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่

- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| 1. ปฏิกิริยาเคมี   | 2. ปฏิกิริยาฟิวชัน    |
| 3. ปฏิกิริยาฟิชชัน | 4. ปฏิกิริยาการแตกตัว |

16. ข้อความใด ไม่ถูกต้อง

1. ปฏิกิริยาฟิชชันเกิดจากการกระทำของมนุษย์
2. ปฏิกิริยาลูกโซ่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจึงไม่สามารถควบคุมได้
3. ปฏิกิริยาลูกโซ่ก็คือ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันที่เกิดต่อเนื่องกัน
4. ปฏิกิริยาฟิชชันเกิดจากการแตกตัวของนิวเคลียสของธาตุหนัก

17. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์

1.  $E = mc^2$
2.  $F = ma$
3.  $a = \frac{u-v}{t}$
4.  $W = mg$

18. จากทฤษฎีสัมพันธภาพของไอน์สไตน์ จงคำนวณหาพลังงานที่เกิดจากมวลของยูเรเนียม  $0.5 \times 10^{-6}$  กิโลกรัม มีค่าเท่าใด (กำหนดให้  $C=3 \times 10^8$ )

1.  $7.5 \times 10^7$  จูล
2.  $6.5 \times 10^8$  จูล
3.  $5.5 \times 10^9$  จูล
4.  $4.5 \times 10^{10}$  จูล

19. ปฏิกริยาฟิวชันให้พลังงานสูง แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการนำพลังงานนี้มาใช้ประโยชน์ในพาณิชย์ เพราะเหตุผลใด

1. ต้นทุนการผลิตสูง
2. ยังไม่สามารถควบคุมปฏิกริยานี้ได้
3. วัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในปฏิกริยานี้มีไม่เพียงพอ
4. ยังไม่สามารถสร้างปฏิกริยานี้บนโลกได้

20. การหาอายุของวัตถุโบราณคดี ควรใช้ธาตุกัมมันตรังสีใด

1. คาร์บอน-14
2. โพแทสเซียม-40
3. ฟอสฟอรัส-32
4. อาร์กอน -40

21. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดใดในการถนอมอาหารได้

1. โคบอลต์-60
2. ไอโอดีน-131
3. ยูเรเนียม-238
4. ฟอสฟอรัส-32

22. จากรูป ข้อใดถูกต้อง



1. ผ่านการฆ่าจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
2. ยืดอายุในการเก็บรักษา
3. เพื่อชะลอการสุก
4. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

23. ข้อใดต่อไปนี้เป็นวิธีการกำจัดกากกัมมันตรังสีที่ดีที่สุด

1. เร่งให้เกิดการสลายตัวเร็วขึ้น โดยใช้ความดันสูงมากๆ
2. เผาให้สลายตัวที่อุณหภูมิสูง
3. ใช้ปฏิกริยาเคมีเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบอื่น
4. ใช้คอนกรีตจริงให้แน่นแล้วฝังกลบใต้ภูเขา

24. เพราะเหตุใดในหลายๆ ประเทศจึงมีโครงการที่จะนำพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันมาใช้ประโยชน์

- A ให้พลังงานมหาศาล
- B ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ
- C ไม่มีผลกระทบต่อมนุษย์
- D ช่วยประหยัดเชื้อเพลิง

1. A และ B
2. A และ D
3. A,C และ D
4. A, B, C และ D

25. จากรูป เมื่อพบวัตถุที่มีสัญลักษณ์นี้นักเรียนควรปฏิบัติตนอย่างไรให้ปลอดภัย



1. พยายามอยู่ห่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. เข้าไปสำรวจว่าเป็นกัมมันตรังสีชนิดใด
3. เก็บกลับบ้านเพื่อนำไปเล่นหรือนำไปขายของเก่า
4. นำไปทุบและเผาวัตถุนี้เล่น

26. เครื่องมือวัดรังสีในข้อใดที่นิยมใช้เป็นเครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคล

- A โดзимิเตอร์
- B เครื่องตรวจรังสีแบบแผ่นฟิล์ม
- C ไกเกอร์มูลเลอร์เคาน์เตอร์

1. A และ B
2. B และ C
3. A และ C
4. C เท่านั้น

**27. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ มีหน้าทึ่อย่างไร**

1. เปลี่ยนพลังงานที่ได้รับจากปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นพลังงานลม
2. เปลี่ยนพลังงานที่ได้รับจากปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นพลังงานแสงอาทิตย์
3. เปลี่ยนพลังงานที่ได้รับจากปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นพลังงานน้ำ
4. เปลี่ยนพลังงานที่ได้รับจากปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นพลังงานความร้อน

**28. ปัจจุบันทั่วโลกนิยมใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบใดบ้าง**

1. PMR , BWR , PHWR
2. PWR , BWR , PMWR
3. PWR , BMR , PHWR
4. PWR , BWR , PHWR

**29. ข้อความใด เป็นข้อเสียของการใช้พลังงานนิวเคลียร์**

1. ทำให้เกิดมลภาวะทางเสียง
2. อาจทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น
3. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันควบคุมได้ยาก
4. มีโอกาสที่รังสีจากกัมมันตรังสีกระจายออกมา

**30. เพราะเหตุใดประชาชนในหลายๆ ประเทศจึงต่อต้านการนำเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มาใช้**

1. ไม่สามารถหาวิธีกำจัดกากกัมมันตรังสีที่ถูกต้องได้
2. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์อาจจะระเบิดเหมือนระเบิดนิวเคลียร์
3. ไม่สามารถควบคุมรังสีที่เล็ดลอดออกมาจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ได้
4. น้ำที่ไหลลดความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์จะร้อนจนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต



ภาคผนวก ง

แบบประเมินความสอดคล้อง

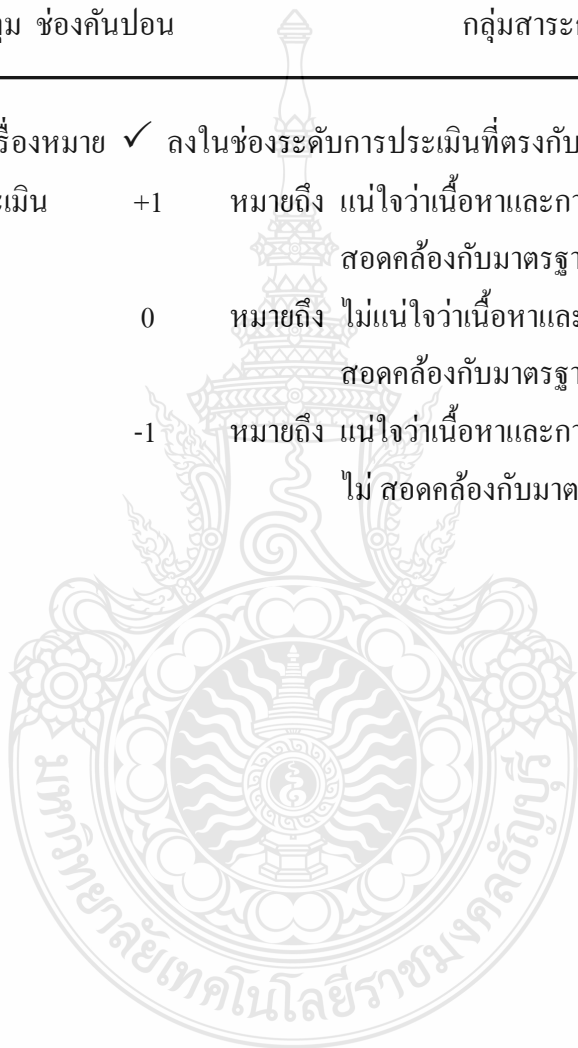
- แบบประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**แบบประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้  
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์  
โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	พลังงานนิวเคลียร์	วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2558
ครูผู้สอน นางสาวปทุม ช่องคันปอน		กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ระดับการประเมิน	+1	หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด
	0	หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด
	-1	หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้ ไม่ สอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด



ลำดับ	รายการประเมินความสอดคล้อง	ระดับ ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การค้นพบกัมมันตภาพรังสี</b>					
1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้				
2	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน				
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
4	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย				
5	จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมายชัดเจน				
6	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้งนั้นๆ				
7	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตสน์				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตสน์				
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตสน์				
11	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตสน์				
12	สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์				
13	สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน				
14	การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
15	เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย				
16	เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน				

ลำดับ	รายการประเมินความสอดคล้อง	ระดับ ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไอโซโทป</b>					
1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้				
2	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน				
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
4	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย				
5	จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมายชัดเจน				
6	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้งนั้นๆ				
7	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
11	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
12	สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์				
13	สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน				
14	การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
15	เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย				
16	เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน				



ลำดับ	รายการประเมินความสอดคล้อง	ระดับ ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กัมมันตภาพรังสี</b>					
1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้				
2	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน				
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
4	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย				
5	จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมายชัดเจน				
6	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้งนั้นๆ				
7	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
11	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
12	สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์				
13	สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน				
14	การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
15	เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย				
16	เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน				

ลำดับ	รายการประเมินความสอดคล้อง	ระดับ ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ครึ่งชีวิต</b>					
1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้				
2	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน				
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์การเรียนรู้				
4	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย				
5	จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมายชัดเจน				
6	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตาม จุดประสงค์ในครั้งนั้นๆ				
7	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และตัวชี้วัด/จุดประสงค์การ เรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการ จัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วม กับผังโน้ตทัศน์				
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตาม วิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
11	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความ สามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับ ผังโน้ตทัศน์				
12	สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้อง เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์				
13	สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของ ผู้เรียน				
14	การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
15	เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย				
16	เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน				

ลำดับ	รายการประเมินความสอดคล้อง	ระดับ ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปฏิกริยานิวเคลียร์</b>					
1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้				
2	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน				
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
4	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย				
5	จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมายชัดเจน				
6	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้งนั้นๆ				
7	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
11	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
12	สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์				
13	สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน				
14	การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
15	เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย				
16	เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน				

ลำดับ	รายการประเมินความสอดคล้อง	ระดับ ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การประยุกต์ใช้พลังงานนิวเคลียร์ และกัมมันตภาพรังสี</b>					
1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้				
2	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน				
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
4	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย				
5	จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมายชัดเจน				
6	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้งนั้นๆ				
7	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
11	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
12	สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์				
13	สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน				
14	การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
15	เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย				
16	เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน				

ลำดับ	รายการประเมินความสอดคล้อง	ระดับ ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสี</b>					
1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้				
2	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน				
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
4	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย				
5	จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมายชัดเจน				
6	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้งนั้นๆ				
7	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
11	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตทัศน์				
12	สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์				
13	สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน				
14	การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
15	เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย				
16	เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน				

ลำดับ	รายการประเมินความสอดคล้อง	ระดับ ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์</b>					
1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้				
2	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน				
3	ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
4	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย				
5	จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมายชัดเจน				
6	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้งนั้นๆ				
7	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
8	กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
9	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
10	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
11	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังโน้ตส์				
12	สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์				
13	สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน				
14	การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้				
15	เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย				
16	เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน				

**แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์  
โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**คำชี้แจง**

ให้ท่านพิจารณาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนนี้ว่ามีความ  
สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ และเขียนผลการพิจารณาของท่านโดยใส่เครื่องหมาย ✓  
ลงในช่องว่างระดับคะแนนความสอดคล้องตามความคิดเห็นของท่านดังต่อไปนี้

- +1 หมายถึง ถ้าแน่ใจว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง ถ้าแน่ใจว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง	+1	0	
อธิบายการค้นพบ และ การเกิดกัมมันตภาพรังสี ได้	<p><b>1. นักวิทยาศาสตร์คนใดได้ พัฒนาวิธีการแยกธาตุที่สามารถ แผ่รังสีออกจากกันแล้ว</b></p> <p>1. เบ็กเคอเรล 2. เรินต์เกน 3. ปีแอร์ และมารี คูรี 4. รัทเทอร์ฟอร์ด</p> <p><b>ตอบ ข้อ 3. ปีแอร์ และมารี คูรี</b></p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
	<p><b>2. ธาตุกัมมันตรังสี เรียกอีกอย่างว่าอะไร</b></p> <p>1. สารกัมมันตรังสี</p> <p>2. สารกัมมันตภาพรังสี</p> <p>3. สารนิวเคลียส</p> <p>4. สารจากก้อนแร่</p> <p>ตอบ ข้อ 1. สารกัมมันตรังสี</p>				
	<p><b>3. การสลายตัวของนิวเคลียสของอะตอมที่ไม่เสถียร เรียกว่าอย่างไร</b></p> <p>1. กัมมันตรังสี</p> <p>2. กัมมันตภาพรังสี</p> <p>3. นิวเคลียส</p> <p>4. นิวเคลียร์</p> <p>ตอบ ข้อ 2. กัมมันตภาพรังสี</p>				
	<p><b>4. การค้นพบธาตุกัมมันตรังสี 2 ธาตุ คือ ธาตุใดบ้าง</b></p> <p>1. โปโลเนียม กับลูมิเนียม</p> <p>2. เรเดียม กับแคลเซียม</p> <p>3. โพโลเนียม กับโซเดียม</p> <p>4. โพโลเนียม กับเรเดียม</p> <p>ตอบ ข้อ 4. โพโลเนียม กับเรเดียม</p>				



จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
	<b>5. บุคคลแรกที่ค้นพบกัมมันตรังสี คือใคร</b> 1. เบ็กเคอเรล 2. เรินต์เกน 3. ปีแอร์ และมารี คูรี 4. รัทเทอร์ฟอร์ด <b>ตอบ ข้อ 1. เบ็กเคอเรล</b>				
	<b>6. เบ็กเคอเรลเรียกรังสีที่เกิดจากธาตุยูเรเนียมว่าอะไร</b> 1. รังสีเอกซ์ 2. รังสียูเรนิค 3. รังสีคอสมิก 4. รังสีอัลตราไวโอเล็ต <b>ตอบ ข้อ 2. รังสียูเรนิค</b>				
	<b>7. บุคคลที่ค้นพบธาตุพอลอเนียมและธาตุเรเดียม คือใคร</b> 1. เบ็กเคอเรล 2. เรินต์เกน 3. ปีแอร์ และมารี คูรี 4. รัทเทอร์ฟอร์ด <b>ตอบ ข้อ 3. ปีแอร์ และมารี คูรี</b>				

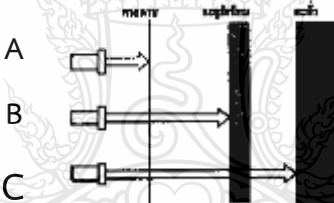
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
	<p><b>8. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของกัมมันตรังสี</b></p> <p>1. ปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เอง</p> <p>2. ธาตุที่สามารถทำให้แผ่รังสีเองไม่ได้</p> <p>3. สมบัติในการแผ่รังสีได้เองไม่ได้</p> <p>4. ธาตุที่สามารถแผ่รังสีออกมาได้</p> <p>ตอบ ข้อ 4. ธาตุที่สามารถแผ่รังสีออกมาได้</p>				
	<p><b>9. ธาตุที่แผ่รังสีได้เองตามธรรมชาติ เรียกว่าอย่างไร</b></p> <p>1. ธาตุกัมมันตรังสี</p> <p>2. ธาตุยูเรนิค</p> <p>3. ธาตุประกอบยูเรเนียม</p> <p>4. ธาตุสะเทิน</p> <p>ตอบ ข้อ 1. ธาตุกัมมันตรังสี</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความถาม	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
บอกความหมายของไอโซโทปได้	<b>10. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับไอโซโทป</b> 1. เลขอะตอมเท่ากัน เลขมวลต่างกัน 2. เลขอะตอมเท่ากัน เลขมวลเท่ากัน 3. เลขอะตอมเท่ากัน นิวตรอนเท่ากัน 4. โปรตอนต่างกัน นิวตรอนต่างกัน <b>ตอบ ข้อ 1. เลขอะตอมเท่ากัน เลขมวลต่างกัน</b>				
	<b>11. ธาตุ หรือไอโซโทปในข้อใดที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันที่เกิดขึ้นที่ดวงอาทิตย์</b> 1. ไฮโดรเจน 2. คิวเทอเรียม 3. ทริเทียม 4. ฮีเลียม <b>ตอบ ข้อ 3. ทริเทียม</b>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
อธิบายและเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ได้	<b>12. เลขมวลมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอะไร</b> 1. เลขอะตอม 2. เลขนิวคลีออน 3. เลขนิวตรอน 4. เลขนิวเคลียส <b>ตอบ ข้อ 2. เลขนิวคลีออน</b>				
	<b>13. จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสของ <math>^{27}_{13}Al</math> คือข้อใด</b> 1. 13 2. 14 3. 27 4. 40 <b>ตอบ ข้อ 1. 13</b>				
	<b>14. อะตอมของธาตุ <math>^{196}_{78}Pt</math> และ <math>^{197}_{79}Au</math> มีจำนวนใดเท่ากัน</b> 1. นิวคลีออน 2. นิวตรอน 3. โปรตอน 4. อิเล็กตรอน <b>ตอบ ข้อ 2. นิวตรอน</b>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความถาม	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง	+1	0	
	<p>15. จำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสของ <math>{}_{92}^{235}\text{U}</math> คือข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 92</li> <li>2. 143</li> <li>3. 235</li> <li>4. 327</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 2. 143</p>				
อธิบายความหมายและชนิดของกัมมันตภาพรังสีได้	<p>16. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของกัมมันตภาพรังสี</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สมบัติในการแผ่รังสีได้เองไม่ได้</li> <li>2. ธาตุที่สามารถแผ่รังสีออกมาได้</li> <li>3. ธาตุที่สามารถทำให้แผ่รังสีเองไม่ได้</li> <li>4. ปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เอง</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 4. ปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เอง</p>				
	<p>17. รังสีที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียสของธาตุ เรียกว่าอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กัมมันตรังสี</li> <li>2. กัมมันตภาพรังสี</li> <li>3. รังสีคอสมิก</li> <li>4. รังสียูเรนิค</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 2. กัมมันตภาพรังสี</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
	<p><b>18.รังสีแอลฟาประกอบด้วย</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2 โปรตอน</li> <li>2. 2 โปรตอน กับ 2 นิวตรอน</li> <li>3. 2 โปรตอน กับ 2 อิเล็กตรอน</li> <li>4. 4 โปรตอน</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 2. 2 โปรตอน กับ 2 นิวตรอน</p>				
	<p><b>19. คุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของอนุภาคแอลฟา 8 คือข้อใด</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีอำนาจทะลุทะลวง</li> <li>2. มีพลังงานจลน์สูงกว่าอนุภาคตัวอื่น</li> <li>3. ทำให้สารที่ผ่านแตกตัวเป็นไอออน</li> <li>4. คล้ายกับรังสีเอกซ์ (X - ray)</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 3. ทำให้สารที่ผ่านแตกตัวเป็นไอออน</p>				
	<p><b>20. ข้อใดต่อไปนี้ที่แตกต่างไปจากข้ออื่น</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. รังสีแอลฟา</li> <li>2. รังสีเอกซ์</li> <li>3. รังสีแกมมา</li> <li>4. รังสีบีตา</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 2. รังสีเอกซ์</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
	<p>21. รังสีชนิดใด ไม่สามารถทะลุผ่านกระดาษแผ่นบางๆ ได้</p> <p>1. รังสีแอลฟา 2. รังสีเอกซ์ 3. รังสีแกมมา 4. รังสีบีตา</p> <p>ตอบ ข้อ 1. รังสีแอลฟา</p>				
	<p>22. จากรูป A, B, C คือ รังสีชนิดใด</p>  <p>1. <math>\beta \alpha \gamma</math> 2. <math>\beta \gamma \alpha</math> 3. <math>\alpha \beta \gamma</math> 4. <math>\alpha \gamma \beta</math></p> <p>ตอบ ข้อ 2. <math>\beta \gamma \alpha</math></p>				

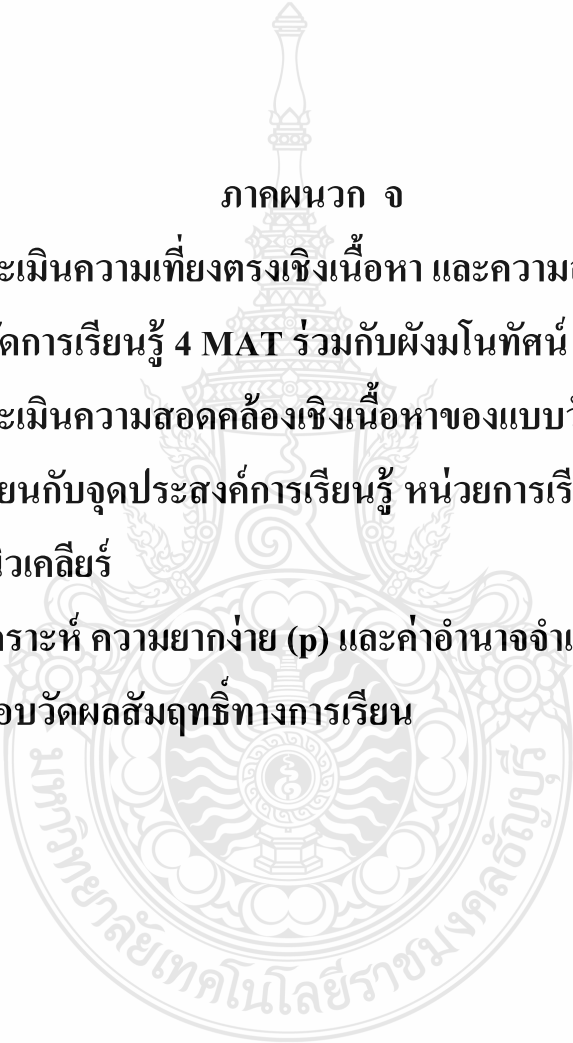
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความถาม	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
อธิบายการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีและครึ่งชีวิตได้	<p><b>23. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมการการสลายให้อนุภาคบีตา</b></p> <p>1. <math>{}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{X}</math></p> <p>2. <math>{}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{X}</math></p> <p>3. <math>{}_{81}^{208}\text{Tl}^* \rightarrow {}_{81}^{208}\text{Th} + {}_0^0\text{X}</math></p> <p>4. <math>{}_{6}^{12}\text{C}^* \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + {}_0^0\text{Y}</math></p> <p>ตอบ ข้อ 2. <math>{}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{X}</math></p>				
	<p><b>24. นิวเคลียสของเรเดียม - 226 มีการสลายตั้งสมการข้างล่าง X คืออะไร</b></p> <p><math>{}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_{86}^{222}\text{Rn} + \text{X}</math></p> <p>1. รังสีแกมมา</p> <p>2. อนุภาคบีตา</p> <p>3. อนุภาคนิวตรอน</p> <p>4. อนุภาคแอลฟา</p> <p>ตอบ ข้อ 4. อนุภาคแอลฟา</p>				



จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
	<p>25.กิจกรรมการศึกษาที่เปรียบเทียบการสลายสารกัมมันตรังสีกับการทอดลูกเต๋านั้น จำนวนลูกเต๋าคือลูกที่ถูกต้องเทียบได้กับปริมาณใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เวลาครึ่งชีวิต</li> <li>2. จำนวนนิวเคลียสตั้งต้น</li> <li>3. จำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่</li> <li>4. จำนวนนิวเคลียสที่สลายตัว</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 4 จำนวนนิวเคลียสที่สลายตัว</p>				
สามารถคำนวณหาค่าครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีได้	<p>26. สารกัมมันตรังสี C – 60 สลายตัวให้รังสีบีตาและรังสีแกมมา มีครึ่งชีวิต 5.30 ปี จงหาเปอร์เซ็นต์ของสารกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่ เมื่อเวลาผ่านไป 15.9 ปี</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 6.26 %</li> <li>2. 12.5%</li> <li>3. 18.5%</li> <li>4. 25.5%</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 2. 12.5%</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
	<p>27. นักโบราณคดีตรวจพบเรือไม้ลำหนึ่งว่ามีอัตราส่วนของปริมาณ C - 14 ต่อ C - 12 เป็น 25% ของอัตราส่วนสำหรับสิ่งที่มีชีวิต สันนิษฐานได้ว่าซากเรือนี้มีอายุกี่ปี กำหนดให้ครึ่งชีวิตของ C - 14 เป็น 5,730 ปี</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2,865 ปี</li> <li>2. 5,730 ปี</li> <li>3. 11,460 ปี</li> <li>4. 22,920 ปี</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 3 11,460 ปี</p>				
	<p>28. ฟอสฟอรัส - 32 มีครึ่งชีวิต 14 วัน จะใช้เวลานานเท่าใดจึงจะเหลือฟอสฟอรัสร้อยละ 25 ของจำนวนเดิม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 18 วัน</li> <li>2. 28 วัน</li> <li>3. 38 วัน</li> <li>4. 48 วัน</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 2. 28 วัน</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
		ความสอดคล้อง			
		+1	0	-1	
	<p>29. ธาตุบิสมัท (Bi) เป็นธาตุกัมมันตรังสี มีครึ่งชีวิต 5 วัน ถ้ามีธาตุนี้อยู่ 1 กรัม หลังจากเก็บไว้นาน 15 วัน จะเหลือมวลบิสมัทกี่กรัม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0.5 กรัม</li> <li>2. 0.25 กรัม</li> <li>3. 0.125 กรัม</li> <li>4. 0.0625 กรัม</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 3. 0.125 กรัม</p>				
อธิบายการเกิดพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและพลังงานนิวเคลียร์ฟิวชันได้	<p>30.ปฏิกิริยาที่เกิดจากการหลอมรวมนิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลน้อยเรียกว่าอะไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ฟิวชัน</li> <li>2. ฟิชชัน</li> <li>3. นิวเคลียร์</li> <li>4. เทอร์โมนิวเคลียร์</li> </ol> <p>ตอบ ข้อ 1. ฟิวชัน</p>				



ภาคผนวก จ

- ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์
- ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ 4 เรื่องพลังงานนิวเคลียร์
- ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้อง  
ของแผนการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์  
โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน**

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1**

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ หน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมาย ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้ง นั้นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวน การครบถ้วน ตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13. สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14. การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15. เครื่องมือการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ หน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมาย ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้ง นั้นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวนการ ครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการ จัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถ ของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์								
12. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่ง เรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13. สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับ วัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14. การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15. เครื่องมือการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ		ค่า	ความ



	1	2	3	4	5		IOC	หมายเหตุ
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ หน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมาย ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้ง นั้นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวน การครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการ จัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	$\sum^R$	1.00	ใช้ได้
11. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถ ของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ						ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
ร่วมกับผังโนทัศน์								
12. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่ง เรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13. สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับ วัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14. การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15. เครื่องมือการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้



#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum RR$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum RR$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
หน่วยการจัดการเรียนรู้								
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมาย ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้ง นั้นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวน การครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการ จัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum RR$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
ของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์								
12. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่ง เรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13. สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับ วัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14. การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15. เครื่องมือการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16.เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ	$\sum RR$	ค่า	ความ
---------------	---------------------------------	-----------	-----	------

	1	2	3	4	5		IOC	หมายเหตุ
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ หน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมาย ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้ง นั้นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวน การครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการ จัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถ ของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R_r$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
ร่วมกับผังมโนทัศน์								
12. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่ง เรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13. สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับ วัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14. การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15. เครื่องมือการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้



#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
หน่วยการจัดการเรียนรู้								
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมาย ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้ง นั้นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวน การครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการ จัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
ของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์								
12. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่ง เรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13. สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับ วัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14. การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15. เครื่องมือการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			



รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ หน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมาย ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้ง นั้นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวนการ ครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการ จัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถ ของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์								
12. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่ง เรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13. สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับ วัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14. การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15. เครื่องมือการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ	$\sum R$	ค่า	ความ
---------------	---------------------------------	----------	-----	------

	1	2	3	4	5		IOC	หมายเหตุ
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ หน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สื่อความหมาย ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ และสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ในครั้ง นั้นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา และ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวน การครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมตามวิธีการ จัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมตามวิธีการจัดการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถ ของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ 4 MAT	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
ร่วมกับผังมโนทัศน์								
12. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่ง เรียนรู้ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13. สื่อการสอนหลากหลาย สอดคล้องกับ วัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14. การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15. เครื่องมือการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16.เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ	$\sum R$	ค่า	ความ หมาย
---------------	---------------------------------	----------	-----	--------------





ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา
1	0.3	0.313	คัดลอกไว้
2	0.32	0.125	คัดลอกไว้/ปรับปรุง
3	0.44	0.25	คัดลอกไว้

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา
4	0.34	0.813	คัดลอกไว้
5	0.3	0.625	คัดลอกไว้
6	0.38	0.313	คัดลอกไว้
7	0.32	-0.13	ตัดออก
8	0.22	0.125	คัดลอกไว้/ปรับปรุง
9	0.3	0.625	คัดลอกไว้
10	0.34	-0.25	ตัดออก
11	0.26	-0.13	ตัดออก
12	0.44	0.25	คัดลอกไว้
13	0.3	0.625	คัดลอกไว้
14	0.42	0.375	คัดลอกไว้
15	0.44	0.25	คัดลอกไว้
16	0.34	0.813	คัดลอกไว้
17	0.38	0.688	คัดลอกไว้
18	0.44	0.25	คัดลอกไว้
19	0.32	0.125	คัดลอกไว้/ปรับปรุง
20	0.38	0.688	คัดลอกไว้
21	0.3	0.625	คัดลอกไว้
22	0.38	0.688	คัดลอกไว้
23	0.44	0.25	คัดลอกไว้
24	0.34	0.813	คัดลอกไว้
25	0.24	0.375	คัดลอกไว้
26	0.44	0.25	คัดลอกไว้
27	0.36	0.313	คัดลอกไว้
28	0.38	0.688	คัดลอกไว้

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา
29	0.42	0.125	คัดเลือกว่าปรับปรุง
30	0.3	0.625	คัดเลือกว่า
31	0.4	0	คัดเลือกว่าปรับปรุง
32	0.38	0.688	คัดเลือกว่า
33	0.3	0.625	คัดเลือกว่า
34	0.38	-0.19	ตัดออก
35	0.38	0.688	คัดเลือกว่า
36	0.22	0	คัดเลือกว่าปรับปรุง
37	0.3	0.625	คัดเลือกว่า
38	0.3	0.625	คัดเลือกว่า
39	0.38	0.688	คัดเลือกว่า
40	0.24	0.375	คัดเลือกว่า
41	0.38	0.688	คัดเลือกว่า
42	0.32	0.75	คัดเลือกว่า
43	0.44	0.25	คัดเลือกว่า
44	0.24	0.375	คัดเลือกว่า
45	0.26	0.5	คัดเลือกว่า
46	0.34	0.813	คัดเลือกว่า
47	0.4	0	คัดเลือกว่าปรับปรุง
48	0.28	0.563	คัดเลือกว่า
49	0.24	0.375	คัดเลือกว่า
50	0.44	0.25	คัดเลือกว่า
51	0.4	0	คัดเลือกว่าปรับปรุง
52	0.24	0.375	คัดเลือกว่า
53	0.18	0.188	คัดเลือกว่าปรับปรุง



ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา
54	0.36	0.125	คัดเลือกว่าปรับปรุง
55	0.34	0.813	คัดเลือกว่า
56	0.18	0.188	คัดเลือกว่า
57	0.3	0.688	คัดเลือกว่า
58	0.4	0	คัดเลือกว่าปรับปรุง
59	0.34	0.188	คัดเลือกว่าปรับปรุง
60	0.3	0.688	คัดเลือกว่า
61	0.44	0.25	คัดเลือกว่า
62	0.32	0.125	คัดเลือกว่าปรับปรุง
63	0.3	0.625	คัดเลือกว่า
64	0.28	-0.19	ตัดออก
65	0.3	0.625	คัดเลือกว่า

ค่าความเชื่อมั่น Reliability (KR-20) เท่ากับ 0.915



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นางสาวปทุม ช่องคันปอน  
วัน เดือน ปีเกิด 13 เมษายน 2527  
ที่อยู่ปัจจุบัน 29/5 หมู่ 10 ตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว  
จังหวัดปทุมธานี 12140

**การศึกษา**  
ประถมศึกษา โรงเรียนวัดบัวสุวรรณประดิษฐ์  
มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสุนทรโรเมตตาประชาสรรค์  
มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุนทรโรเมตตาประชาสรรค์  
ปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร  
ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

**ประวัติการทำงาน**  
2 พฤษภาคม 2554 – ปัจจุบัน ข้าราชการครู โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี

โทรศัพท์ 08-1484-1448  
อีเมล Phatum\_c@mail.rmutt.ac.th