การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ปริญญานิพนธ์
ของ
ทิภากร สาริกา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
กุมภาพันธ์ 2546
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

บทคัดย่อ

ของ

ทิภากร สาริกา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
กุมภาพันธ์ 2546

ทิภากร สาริกา. (2546). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ, อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ 1) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และ 2) การทดลองสอนในชั้นเรียน

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กระทำโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาและทดลองสอนกับนักเรียน การทดลองสอนกระทำกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เพื่อศึกษาผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการทดลองที่ใช้ คือ การทดสอบก่อนและหลังกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ระยะเวลาทดลองสอน 14 คาบ

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.03/80.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

A DEVELOPMENT OF THE INTERNET NETWORK LINKAGE LEARNING ACTIVITIES ON BASIC NUCLEAR PHYSICS

AN ABSTRACT

BY

TIPAKORN SARIKA

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

February 2003

Tipakorn Sarika. (2003). *A Development of the Internet Network Linkage Learning Activities on Basic Nuclear Physics*. Master thesis, M.Ed. (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assist. Prof. Sawat Supboon, Dr. Sompratana Wongboonnuk.

The objectives of this study were threefold : 1) to develop and identify efficiency of the internet network linkage activities on Basic Nuclear Physics to meet the 80/80 criterion, 2) to study achievement of students studied with the internet network linkage and 3) to study students' attitude toward the internet linkage learning activities. The study was undertaken through two stages ; 1) development of the learning activities and 2) classroom teaching experimentation.

Development of the learning activities was achieved through experts' determination and instructional experiment with the students. Classroom experimentation was conducted with 30 sample students, for 14 fifty minute periods, to study achievement and attitude toward the activities. Experimental design employed was the pre - test posttest one group design.

The findings were as follows:

1. the efficiency of the learning activities developed was 81.03/80.25, which was higher than the criterion.
2. students' post-test score on achievement was significantly higher than their pre-test.
3. students' post-test score on attitude toward the internet network linkage learning activities was significantly higher than their pre-test.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ของ
นางสาวทิภากร สาริกา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาภรณ์ หะวานนท์)
วันที่ ๒๙ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยจากทบวงมหาวิทยาลัย

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก กรรมการที่ปรึกษา ที่อุทิศเวลาอันมีค่า กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการทำวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ และอาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สนอง ทองปาน อาจารย์ ดร. วิชาญ เลิศลพ อาจารย์ ดร. สมพร สุขะ อาจารย์ รังสรรค์ ศรีสาคร อาจารย์ราม ติวารี อาจารย์นพดล ทองอยู่สุข และ อาจารย์ เอนก ประดิษฐ์พงษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนชัยบาดาลวิทยา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างในการดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีพฤฒา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างในการดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่ม 3 คน และ 9 คน

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทุกคน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างในการดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ธนภณ ธรรมรักษ์ อาจารย์ประจำศูนย์คอมพิวเตอร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ดูแลเว็บไซต์ www.thcity.com ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการนำข้อมูลขึ้นไปเก็บไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

ขอขอบคุณ สมาชิกทุกคนในครอบครัว “สาริกา” และ เพื่อน ๆ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตรศึกษา รุ่น 14 – 16 ทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา รวมทั้งครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทิภากร สาริกา

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	5
	ตัวแปรที่ศึกษา	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
	สมมติฐานในการวิจัย	6
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	อินเทอร์เน็ต	9
	ความหมาย	9
	บริการบนอินเทอร์เน็ต	9
	การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา	13
	การเรียนการสอนผ่านเว็บ	16
	การสร้างเว็บเพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	19
	สาระการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น	31
	คุณสมบัติทั่วไปของนิวเคลียส	31
	กัมมันตภาพรังสี กัมมันตรังสี และรังสี	32
	การสลายของกัมมันตรังสี	35
	เสถียรภาพของนิวเคลียส	41
	ปฏิกิริยานิวเคลียร์	42
	ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	47
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	53
	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	55
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
	งานวิจัยในต่างประเทศ	58
	งานวิจัยในประเทศ	60

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	64
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	64
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
	แบบแผนการวิจัย	71
	การดำเนินการทดลอง	71
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	73
	สถิติที่ใช้ในการวิจัย	73
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
	ศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	77
	ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	78
	ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	79
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	80
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	80
	สมมติฐานในการวิจัย	80
	วิธีดำเนินการวิจัย	80
	การวิเคราะห์ข้อมูล	81
	สรุปผลการวิจัย	82
	อภิปรายผล	82
	ข้อเสนอแนะ	85
บรรณานุกรม		86
ภาคผนวก		91
	ภาคผนวก ก	92
	รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย	93
	สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์	94

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

ภาคผนวก (ต่อ)

ภาคผนวก ข 103

แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของ
กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น 104

แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น 107

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้
ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 110

แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น 112

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้
ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 118

ภาคผนวก ค 120

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น 121

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 130

ภาคผนวก ง 133

ตารางแสดงค่าดัชนีสอดคล้อง ของเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่าย
อินเทอร์เน็ต 134

ตารางสรุปการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เชี่ยวชาญ 136

ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 3 คน 137

ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน 138

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่วัด
และจุดประสงค์กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 139

ตารางแสดงค่าดัชนีสอดคล้อง ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้
ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 142

ภาคผนวก จ 143

ตารางแสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 144

ภาคผนวก ฉ 147

ตารางแสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบระหว่างเรียน 148

ตารางแสดงผลคะแนนจากแบบทดสอบท้ายบทเรียน 149

ตารางแสดงคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน 150

ตารางแสดงคะแนนจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติก่อนเรียนและหลังเรียน 151

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

ภาคผนวก (ต่อ)

ภาคผนวก ช 152

ตัวอย่างบทภาพ(Story Board) กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น 153

ตัวอย่างภาษาจาวาสคริป(Java Script) ที่ใช้ในแบบทดสอบ 172

ภาคผนวก ช 176

ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น 177

ภาคผนวก ฌ 189

ภาพประกอบการวิจัย 188

ประวัติย่อผู้วิจัย 192

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีบางธาตุ	38
2	ผลจากการได้รับรังสีปริมาณต่าง	51
3	สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	67
4	จำแนกข้อสอบ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น	68
5	แบบแผนของการวิจัย	71
6	สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องของการทดลองใช้ชุดทดลองกับนักเรียนกลุ่ม 3 คน	71
7	ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผู้เชี่ยวชาญ	77
8	เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน	78
9	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านต่าง ๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน	78
10	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านต่าง ๆ ของเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากการตอบแบบสอบถามก่อนเรียนและหลังเรียน	79
11	ตารางแสดงค่าดัชนีสอดคล้อง ของเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	134
12	ตารางสรุปการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เชี่ยวชาญ	136
13	ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 3 คน	137
14	ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน	138
15	ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่วัดและจุดประสงค์ กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	139
16	ตารางแสดงค่าดัชนีสอดคล้อง ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	142
17	ตารางแสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	144
18	ตารางแสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบระหว่างเรียน	148
19	ตารางแสดงผลคะแนนจากแบบทดสอบท้ายบทเรียน	149
20	ตารางแสดงคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน	150
21	ตารางแสดงคะแนนจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติก่อนเรียนและหลังเรียน	151

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	องค์ประกอบระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต	20
2	รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต	21
3	โครงสร้างเว็บไซต์ห้องเรียนเสมือน	24
4	รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ในแต่และหน่วยการเรียน	29
5	โครงสร้างเว็บไซต์กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น	30
6	ส่วนประกอบของนิวเคลียส	31
7	แนวการเคลื่อนที่ของรังสีทั้ง 3 ชนิดในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก	35
8	กราฟการลดจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ณ เวลาต่าง ๆ	38
9	การแตกตัวของนิวเคลียสเมื่อถูกยิงด้วยนิวตรอน	44
10	การเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่	45
11	แผนภูมิโดยย่อของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์	50
12	ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับนักเรียน 100 คน	187
13	ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับนักเรียน 100 คน	187
14	ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักเรียน 3 คน	187
15	ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักเรียน 9 คน	188
16	ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน	188
17	นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก่อนเรียน	188
18	การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง	189
19	การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง	189
20	การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง	189
21	การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง	190
22	ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน	190
23	นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลังเรียน	190

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมายและรวดเร็วทั่วโลก ส่งผลให้เกิดภาวะการแข่งขันในด้านต่าง ๆ ประเทศไทยจึงต้องมีการปรับตัว เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า รวมทั้งสร้างเสริมขีดความสามารถของประเทศในการแข่งขันระดับนานาชาติ ประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้มาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของบุคคลมากขึ้น และเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น การจะส่งเสริมพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะยกระดับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เพื่อทำให้คนไทยทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิต(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543 : คำนำ) ทั้งนี้ สังคมไทยได้มีการจัดทำพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เพื่อการปฏิรูปการศึกษา และมีการร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545 - 2549) ซึ่งจะเป็นจุดเปลี่ยน นำทางการพัฒนาสังคมไทย สู่สังคมคุณภาพ สังคมแห่งปัญญาและการเรียนรู้ (สิปปนนท์ เกตุทัต. 37)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยยังประสบปัญหาหลายประการ จะเห็นได้จากการศึกษาส่วนใหญ่ที่เน้นการจดจำเนื้อหามากกว่าการรู้จักมีความคิดเป็นของตนเอง ทำให้ในสายตาของนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ คือวิชาที่น่าเบื่อหน่าย มี "ตำรา" ให้ท่อง มี "เนื้อหาความรู้" ที่ต้องจดจำ มี "กระบวนการแก้โจทย์" ซึ่งประกอบไปด้วยสูตรหรือกฎ หรือเทคนิคต่าง ๆ ที่ต้องจำเพื่อใช้แก้โจทย์ปัญหาแทนที่ นักเรียนจะได้มีโอกาสสัมผัสกับวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการท่องเที่ยวไปในโลกของการอยากรู้อยากเห็น โลกของการสัมผัสการทดลอง (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2541 : 11-13) จากสภาพปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อความสามารถของนักเรียน ดังปรากฏใน การวิจัยของสถาบัน International Institute for Management Development (IMD) พบว่าในปี พ.ศ. 2543 ความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในอันดับที่ 47 จาก 47 ประเทศ แสดงให้เห็นถึงการตกต่ำของขีดความสามารถในการแข่งขันด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย สำหรับปี พ.ศ. 2544 IMD ได้เพิ่มประเทศที่เข้าร่วมจัดอันดับอีก 2 ประเทศ รวมเป็น 49 ประเทศ ซึ่งผลจากการจัดอันดับในด้านโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 49 จาก 49 ประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 1)

สำหรับวิชาฟิสิกส์เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาประเทศ เพราะเป็นพื้นฐานของการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ จากผลการแข่งขันโอลิมปิกวิทยาศาสตร์ พบว่า จุดอ่อนของประเทศไทยมีพื้นฐานอยู่ที่การเรียนการสอนฟิสิกส์ อันเป็นฐานของความสามารถในวิทยาศาสตร์แขนงอื่น และสำคัญที่สุดต่อสมรรถภาพในการพัฒนาเทคโนโลยี ประเทศไทยพัฒนาเทคโนโลยีเองไม่ได้เพราะไม่มีนักฟิสิกส์ประเภทประยุกต์ที่ดีพอและจำนวนมากพอ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ต้องแก้ไขโดยเร็ว (วิโรจน์ ตันตราภรณ์. 2543 : 4) ปัญหาการเรียนการสอนฟิสิกส์ อาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ อาทิ ขาดแคลนครูอาจารย์ สื่ออุปกรณ์ จากการติดตามผลการใช้สื่อการสอนในโรงเรียน พบว่า โรงเรียน

ส่วนใหญ่ขาดแคลนสื่อ เครื่องมือ และอุปกรณ์การเรียนการสอน สื่อที่มีอยู่ล้าสมัย ไม่ได้มาตรฐาน ขาดแหล่งค้นคว้าที่เหมาะสมและจากการสำรวจจำนวนครูในแต่ละหมวดวิชาทั่วประเทศ ปีการศึกษา 2542 พบว่า ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ขาดประมาณร้อยละ 16 ของจำนวนครูทั้งหมด(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 5-6) สิ่งหนึ่งที่แสดงถึงความไม่บรรลุผลของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ คือ สถิติผลการสอบเข้ามหาวิทยาลัย จากค่าเฉลี่ยของคะแนนวิชาฟิสิกส์ ในช่วงปี พ.ศ 2542 – 2544 อยู่ที่ประมาณ 24 เปอร์เซนต์ของคะแนนเต็ม จะเห็นได้ว่าเป็นคะแนนที่ค่อนข้างต่ำมาก เมื่อคำนึงถึงว่าส่วนใหญ่ของข้อสอบเป็นข้อสอบ ปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งไม่มีความรู้เลยเลือกตอบไปก็จะได้ 25 เปอร์เซนต์ตามสถิติของโอกาส (วิจิตร เส็งหะพันธุ์. 2543 : 59)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าสภาพการจัดการศึกษาจำเป็นต้อง ได้รับการแก้ไขโดยเร่งด่วนที่สุด การปฏิรูปการเรียนรู้จะเป็นจุดปรับเปลี่ยนการศึกษาไทยไปสู่การจัดการศึกษาให้มีคุณภาพสูงสุด ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับโลกยุคโลกาภิวัตน์ ผู้เรียนทุกวัยจะต้องมีโอกาสเรียนรู้จากแหล่งความรู้ที่มีอยู่รอบตัว ทั้งจาก ครูคน ครูเครื่อง และครูธรรมชาติสิ่งแวดล้อม ผู้เรียนต้องมีความคล่องแคล่วในการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นประตูที่จะเปิดออกไปสู่โลกกว้างเพื่อเข้าถึงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ และรู้จักสังเคราะห์ข้อมูลข่าวสารเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543 : 1-5) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ยืน ภู่วรวรรณ และอโนมา สุวรรณาภิชาติ (2543 : 10) ได้ให้ความเห็นว่า กรอบความคิดของระบบการศึกษาน่าจะเปลี่ยนไปตามยุคโลกาภิวัตน์ ทั้งนี้เพราะเนื้อหาวิชาการ มีมากมาย มีข้อมูลข่าวสารที่ต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจมาก การเรียนรู้แนวใหม่จึงต้องเน้นให้ คิดเป็น ทำเป็น เป็นตัวของตัวเองในเรื่องความคิด สามารถจินตนาการริเริ่ม สร้างสรรค์ รวมถึงการสร้างรูปธรรมจากความคิดในอันที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป การเรียนการสอนจึงต้องเน้นให้เปลี่ยนจากระบบเดิมที่เป็นระบบป้อนให้ มาเป็นระบบที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแผนการปฏิรูปการศึกษา โดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศช่วยในเรื่องการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ยืน ภู่วรวรรณ(2543 : 32-36) ได้ให้ความเห็นสรุปได้ว่า เทคโนโลยีการสื่อสารและโทรคมนาคมเข้ามามีบทบาท โดยเฉพาะ อินเทอร์เน็ต เข้ามามีบทบาททำให้ระบบเศรษฐกิจของโลกเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สังคมเปลี่ยนแปลงไปเป็นสังคมที่เต็มไปด้วยการเรียนรู้เรียกสังคมใหม่นี้ว่า สังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge Society) แนวโน้มในอนาคตการศึกษาจึงต้องเปลี่ยนแปลงไป เทคโนโลยีสารสนเทศ จะเข้ามามีบทบาทกับการเรียนการสอนมากขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้เข้าถึงแหล่งความรู้และแหล่งข้อมูลได้มากและรวดเร็ว จัดเก็บข้อมูลและความรู้จำนวนมาก ประจวบกับเครือข่ายระบบสื่อสารโทรคมนาคม โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตเข้ามามีส่วนทำให้เกิดการเชื่อมโยง มีการสร้างเครือข่ายการศึกษาเพื่อโรงเรียนไทยหรือ สคูลเน็ต มีการใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียนกันมาก เทคโนโลยีสารสนเทศจึงมีบทบาทสำคัญในเรื่องการจัดการศึกษา ทั้งนี้ เพราะเป็นกลไกสำคัญในการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้(Learning Network) บทบาทสำคัญของเครือข่ายการเรียนรู้ได้แก่ การเชื่อมโยงระบบการเรียนรู้ระหว่างครูและนักเรียนเป็นจุดศูนย์กลางเข้าด้วยกัน สร้างระบบการเรียนรู้แบบไม่ยึดติดกับเวลา ลดระยะทางและลดช่องว่าง ระหว่างส่วนกลางกับภูมิภาค สร้างระบบการเรียนรู้ตามอัธยาศัย เชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ ขยายโอกาสการเรียนรู้ สร้างระบบการศึกษาแบบเสมือนจริง รวบรวมแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ การใช้เวลากับการเรียนรู้สั้นลง ขยายขอบเขตการเรียนรู้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นและเป็นการเปิดประตูสู่โลกกว้าง ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544 : 88) ซึ่งกล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญของการสอนผ่านอินเทอร์เน็ตที่เอื้อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้ 1) เปิดโอกาสให้เกิดปฏิสัมพันธ์

ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน 2) สามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่อประสม 3) เป็นระบบเปิดสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั่วโลก 4) อุดมไปด้วยทรัพยากรเพื่อการสืบค้นออนไลน์ 5) ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ของการสอน 6) ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนตามความพร้อมความถนัดความสนใจของตนเอง 9) มีความสมบูรณ์ในตัวเองทำให้จัดการเรียนการสอนทั้งหมดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

จากลักษณะของเทคโนโลยีด้านอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่เน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ โดยมีครูเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจ ที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น เนื่องจากสภาพการเรียนการสอนเรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ในปัจจุบัน มีลักษณะที่เป็นอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น มีเนื้อหาที่เป็นนามธรรมเข้าใจยาก เนื้อหาส่วนมากไม่สามารถทดลองหรือให้ผู้เรียนปฏิบัติจริงได้ การทดลองบางอย่างอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการทดลองหรือเกิดการระเบิดอย่างรุนแรง เช่น ปฏิกิริยานิวเคลียร์ และมีเนื้อหาที่เป็นทฤษฎีที่นักเรียนต้องใช้จินตนาการในเรื่องที่ไม่สามารถมองเห็น ทำให้ผู้เรียนเข้าใจยาก เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจซึ่งอาจ ทำให้มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์ และอาจจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ตสามารถนำมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนดังกล่าวได้ เช่น การสร้างสถานการณ์จำลองในเรื่องที่เป็นนามธรรมเข้าใจยากให้เห็นเป็นรูปธรรม เสนอเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองได้เนื่องจากอันตรายในรูปของ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ ในด้านการสื่อสาร โดยสามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และในด้านการสืบข้อมูลนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลที่ตนเองสนใจจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนและทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ความสำคัญของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอน ในการนำกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ไปใช้ในการเรียนการสอน
2. เป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียน ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในเรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
3. เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครื่อข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

สามารถแบ่งขอบเขตของงานวิจัยนี้ เป็น 3 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย

1.1. ด้านเนื้อหา เป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น จำนวน 6 หน่วยการเรียน ดังนี้

หน่วยที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส
หน่วยที่ 2 กัมมันตภาพรังสี
หน่วยที่ 3 การสลายของธาตุกัมมันตรังสี
หน่วยที่ 4 เสถียรภาพของนิวเคลียส
หน่วยที่ 5 ปฏิกิริยานิวเคลียร์
หน่วยที่ 6 ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

1.2 ด้านเครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย

1. โปรแกรมระบบปฏิบัติการ Windows 95, Window 98
2. โปรแกรมอ่านข้อมูลบนเว็บ(Web Browser) ได้แก่ Internet Explorer
3. โปรแกรมสร้างเว็บไซต์(HTML Editor) ได้แก่ Macromedia Dreamweaver
4. โปรแกรมสร้างภาพกราฟฟิกและภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ Macromedia Flash และ Adobe PhotoShop

2. การประเมินคุณภาพ กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การประเมินคุณภาพ กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตรศึกษา สาขาฟิสิกส์ จำนวน 1 ท่าน นักวิชาการสาขาฟิสิกส์ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 2 ท่าน

3. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ตามเกณฑ์ 80/80

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 3 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 120 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยการสุ่มแบบจัดกลุ่ม(Cluster Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ตัวแปรตาม ได้แก่

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียน ดังนี้

หน่วยที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส

หน่วยที่ 2 กัมมันตภาพรังสี

หน่วยที่ 3 การสลายของธาตุกัมมันตรังสี

หน่วยที่ 4 เสถียรภาพของนิวเคลียส

หน่วยที่ 5 ปฏิกิริยานิวเคลียร์

หน่วยที่ 6 ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เวลาในการทำการทดลองสอนกับนักเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ใช้เวลาในการทดลอง 14 คาบ คาบละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้เวิลด์ไวด์เว็บ เป็นสื่อหรือตัวกลางในการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียน ในกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบไปด้วย ข้อความ, ภาพนิ่ง, ภาพเคลื่อนไหว, แบบฝึกหัด, แบบทดสอบ, แหล่งสืบค้นข้อมูล, และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น หมายถึง ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ของนักเรียน โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละหน่วยการเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจากจบบทเรียนโดยคิดคะแนนเป็นร้อยละ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ตัวเลข 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนของนักเรียนทุกคน จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละหน่วยการเรียน โดยคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

ตัวเลข 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบหลังจากจบทุกหน่วยการเรียน โดยคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

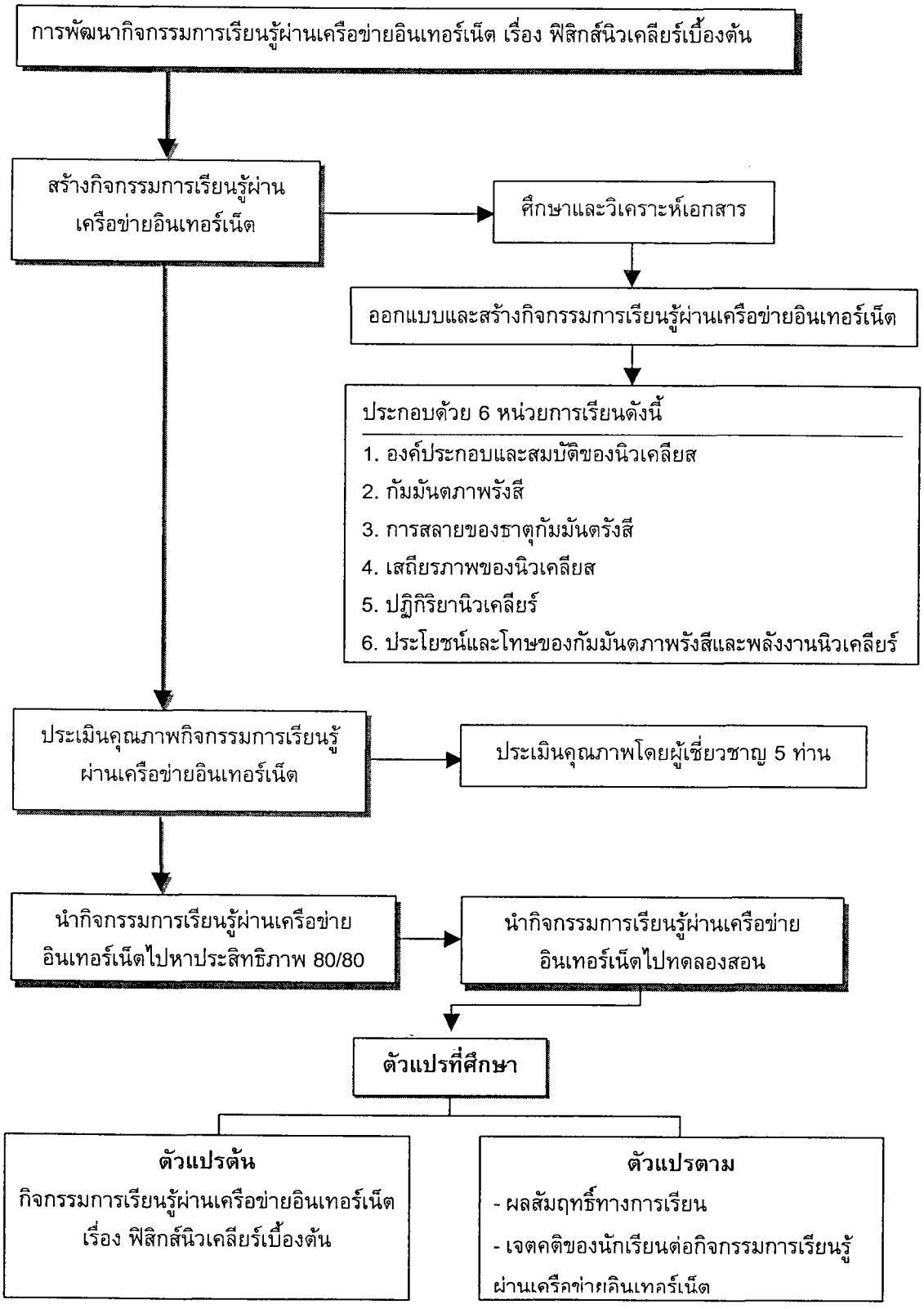
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ของนักเรียน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ซึ่งวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยาม ศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวความคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ 2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง 3) กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกตและการวัด, การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา, การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และ การสร้าง การทดสอบ การปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่าง ๆ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยพิจารณาความคิดเห็นของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการเห็นความสำคัญและเห็นประโยชน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบสอบถามวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามแบบวิธีของลิเคิร์ต มีลักษณะเป็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน
2. เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. อินเทอร์เน็ต
   - 1.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ต
   - 1.2 บริการบนอินเทอร์เน็ต
   - 1.3 การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา
   - 1.4 การเรียนการสอนผ่านเว็บ
   - 1.5 การสร้างเว็บเพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
   - 2.1 คุณสมบัติทั่วไปของนิวเคลียส
   - 2.2 กัมมันตภาพรังสี กัมมันตรังสี และรังสี
   - 2.3 การสลายของกัมมันตรังสี
   - 2.4 เสถียรภาพของนิวเคลียส
   - 2.5 ปฏิกิริยานิวเคลียร์
   - 2.6 ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 5.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
   - 5.2 งานวิจัยในประเทศ

1. อินเทอร์เน็ต

1.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ต

ยืน ภู่วรวรรณ (2538 : 1) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายของเครือข่ายที่เชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เมื่อนำเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เครือข่ายหนึ่งเชื่อมเข้าสู่อินเทอร์เน็ต เครือข่ายนั้นก็จะเป็นอินเทอร์เน็ต และหากใครนำเครือข่ายอื่นมาเชื่อมอีกก็จะเข้าสู่อินเทอร์เน็ตและเป็นการขยายเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วย

ขนิษฐา รุจิโรจน์ (2538 : 94) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต หมายถึง เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่นับว่ายิ่งใหญ่มากในขณะนี้ เป็นเครือข่ายที่ครอบคลุมเชื่อมโยงเครือข่ายจำนวนมากมายจากทั่วโลกเข้าด้วยกัน นั่นคือ เป็นเครือข่ายของเครือข่าย(A Network of Networks)

กิดานันท์ มลิทอง(2540 : 321) กล่าวว่า เครือข่ายอินเทอร์เน็ต คือ ระบบของการเชื่อมโยงข่ายงานของคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่มากครอบคลุมไปทั่วโลก เพื่ออำนวยความสะดวกในการให้บริการการสื่อสารข้อมูล เช่น การบันทึกเข้าระยะไกล(Remote Login) การถ่ายโอนแฟ้ม ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มอภิปราย เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นวิธีการเชื่อมโยงข่ายงานคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ให้ขยายออกไป อย่างกว้างขวางเพื่อการเข้าถึงของแต่ละระบบที่มีส่วนร่วมอยู่

อติพร หวังวัชรกุล (2543: 13) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ มีเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกันทั่วโลกเนื่องจากมีการพัฒนาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และระบบโทรคมนาคม ทำให้เราสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารถึงกันได้จากซีกโลกหนึ่งไปยังอีกซีกโลกหนึ่งภายในพริบตา

จากความหมายของอินเทอร์เน็ตข้างต้น สรุปได้ว่า อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เป็นเครือข่ายของเครือข่าย ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมโยงกันได้ทั่วโลก ทำให้สามารถสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

1.2 บริการบนอินเทอร์เน็ต

วาสนา สุขกระสานติ(2540 : 3 – 26) ได้แบ่งบริการบนอินเทอร์เน็ต เป็นสองกลุ่มดังนี้

1. บริการด้านการสื่อสารและแลกเปลี่ยนไฟล์ข้อมูล
2. บริการค้นหาข้อมูล

1) บริการด้านการสื่อสารและแลกเปลี่ยนไฟล์ข้อมูล

เป็นบริการซึ่งเกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสารกับระหว่างผู้ใช้ การเข้าใช้งานเครื่องซึ่งอยู่ห่างออกไป การขนถ่ายไฟล์ และการแลกเปลี่ยนความเห็นหรือความรู้ระหว่างผู้ใช้ เช่น

1. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์(Electronic Mail)

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หรือที่นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า อีเมลล์(E-mail) ก็คือจดหมายหรือข้อความที่ส่งถึงกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยการนำส่งจดหมายเปลี่ยนจากบุรุษไปรษณีย์มาเป็นโปรแกรม เปลี่ยนจากการใช้เส้นทางจราจรมาเป็นสายสื่อสารที่เชื่อมระหว่างเครือข่าย ซึ่งช่วยให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

ปัจจุบันนี้ด้วยเครือข่ายที่เชื่อมต่อเข้าถึงกันทั่วโลก ทำให้การติดต่อกันสามารถกระทำได้อย่างง่ายดาย อินเทอร์เน็ตคือระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ที่ใหญ่ที่สุดในโลกเพราะมีผู้ใช้มากกว่า 25 ล้านคน ติดต่อเข้าใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อส่งอีเมลล์ ที่อยู่ของการส่งอีเมลล์ประกอบด้วยสอนส่วนคือชื่อผู้ใช้(User Name)

และชื่อโดเมน(Domain Name) โดยชื่อโดเมนจะบอกถึงชื่อเครื่องที่ผู้ใช้มีรายชื่ออยู่ ส่วนชื่อผู้ใช้ก็คือชื่อในการเข้าใช้งานเครื่อง(Login Account) ของผู้ใช้และทั้งสองส่วนนี้จะแยกกันด้วยเครื่องหมาย @ ตัวอย่างเช่น

fscivcw@chulkn.chula.ac.th

หมายถึงผู้ใช้ชื่อ fscivcw ซึ่งมีที่อยู่ ณ เครื่อง chulkn ของจุฬาฯ (chula) ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านการศึกษา(ac) ในประเทศไทย(th)

bob@microsoft.com

คือผู้ใช้ชื่อ bob ซึ่งมีที่อยู่คือไมโครซอฟต์(Microsoft) ซึ่งเป็นองค์กรธุรกิจ(csom) ในสหรัฐ

2. การเข้าใช้เครื่องจากระยะไกล(Telnet)

เป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับเข้าใช้เครื่องที่ต่ออยู่กับระบบอินเทอร์เน็ตจากระยะไกล ช่วยให้ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตนั่งทำงานอยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง แล้วเข้าไปใช้เครื่องอื่นที่อยู่ในที่ต่าง ๆ ภายในเครือข่ายได้ โดยโปรแกรมเทลเน็ตจะจำลองคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ให้เป็นเสมือนจอภาพบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ห่างออกไป ทำให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนกับนั่งอยู่หน้าเครื่องนั้นโดยตรง การใช้โปรแกรมเทลเน็ต จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถของเข้าใช้บริการของห้องสมุด ฐานข้อมูล และบริการสาธารณะอื่น ๆ ที่อยู่บนเครื่องโฮสต์ ซึ่งการติดต่อเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตบางแห่งก็ต้องการรหัสผู้ใช้และรหัสผ่าน แต่บางแห่งก็ไม่ต้องการ

3. การขนถ่ายไฟล์(FTP)

ช่วยให้ผู้ใช้สามารถถ่ายโอนข้อมูลจากเครือข่ายที่เปิดบริการสาธารณะให้ผู้ใช้ภายนอกถ่ายโอนข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข่าวสารประจำวัน บทความ เกมและซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เป็นต้น

การขนถ่ายไฟล์สามารถทำได้หลายรูปแบบ คือ ขนถ่ายจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องขนาดใหญ่ หรือโฮสต์คอมพิวเตอร์(Host Computer) หรือจากโฮสต์คอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หรือระหว่างโฮสต์คอมพิวเตอร์ด้วยกันเอง ดังนั้นจึงมีโปรแกรมที่ใช้สำหรับขนถ่ายไฟล์จำนวนมาก แต่โปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างสูง และมีบริการในโฮสต์คอมพิวเตอร์เกือบทุกเครื่องก็คือ โปรแกรมเอฟทีพี(FTP – File Transfer Protocol)

เอฟทีพี เป็นโปรแกรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งปกติแล้วผู้ที่จะเข้ามาขนถ่ายไฟล์ได้จะต้องมีชื่อเป็นผู้ใช้อยู่บนเครื่องนั้น ๆ แต่ก็มีเครือข่ายหลายแห่งที่ให้บริการขนถ่ายไฟล์ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีชื่อผู้ใช้อยู่บนเครื่องนั้น คือให้บริการสาธารณะแก่ผู้ใช้ทั่วไปเข้ามาขนถ่ายไฟล์ได้ (บางครั้งอาจต้องใช้อีเมลล์แอดเดรสของผู้ใช้สำหรับเป็นรหัสผ่าน) ข้อมูลที่ให้บริการถ่ายโอนไฟล์ได้มีหลายรูปแบบ เช่น ข่าวประจำวัน บทความ ข้อมูลทางสถิติ หรืออาจจะเป็นซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนระบบวินโดวส์ ดอส ยูนิกส์ หรือแม้แต่แมกอินทอช โดยที่ซอฟแวร์เหล่านี้จะมีทั้งที่เป็น ฟรีแวร์(Freeware) และแชร์แวร์(Shareware) ที่ให้ทดลองใช้งานก่อน หากพอใจจึงลงทะเบียนกับทางเจ้าของแชร์แวร์เพื่อรับบริการเพิ่มเติมอย่างเต็มรูปแบบ

โดยมากศูนย์บริการต่าง ๆ จะมีไฟล์ชื่อ READ. ME หรือ 00index.txt หรือไฟล์ที่มีชื่อในทำนองเดียวกันนี้ ซึ่งจะให้รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับการขนถ่ายไฟล์ เช่น รายชื่อไฟล์ทั้งหมดหรือที่เก็บไฟล์เหล่านั้น ผู้ใช้ควรอ่านไฟล์เหล่านี้ก่อนเพื่อให้สามารถขนถ่ายไฟล์ที่ต้องการให้ถูกต้อง

การบริการขนถ่ายไฟล์เป็นบริการที่ได้รับความนิยมอย่างสูง ในปัจจุบันมีศูนย์ขนถ่ายไฟล์เกิดขึ้นจำนวนมาก ศูนย์บางแห่งก็มีผู้เข้ามาใช้บริการจำนวนมากจนไม่สามารถรองรับผู้ขอเข้าใช้ได้ทั้งหมด จนกระทั่งมีการกระจายเป็น ศูนย์กระจกเงา(Mirror Site) ไปยังหลาย ๆ จุด หรือหลาย ๆ ประเทศ เพื่อให้ผู้ใช้

เลือกใช้บริการจากศูนย์ที่อยู่ใกล้ตนเองที่สุด อันจะเป็นการลดภาระการขนถ่ายไฟล์ระยะไกลของเครือข่ายโดยรวมลง

4. กระดานข่าว(Usenet)

ยูสเน็ตเป็นที่รวมของกลุ่มข่าวหรือ นิวส์กรุ๊ปส์(Newsgroups) ซึ่งเป็นกลุ่มที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ กันมากกว่า 5,000 กลุ่ม โดยให้บริการข่าวสารในรูปของ กระดานข่าว(Bulletin Board) ที่ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตสามารถเลือกเข้าเป็นสมาชิกในกระดานต่าง ๆ เพื่ออ่านข่าวสารที่อยู่ภายในสมาชิกในยูสเน็ตจะส่งข่าวสารในรูปของบทความเข้าไปในเครือข่าย โดยแบ่งบทความออกเป็นกลุ่ม ๆ เช่น กลุ่มคอมพิวเตอร์(com) กลุ่มวิทยาศาสตร์(sci) หรือสังคมวิทยา(soc) เป็นต้น ซึ่งผู้อ่านสามารถเลือกอ่านและแลกเปลี่ยนความเห็นหรือความรู้ตามกลุ่มที่ต้องการได้

5. การพูดคุยออนไลน์(Talk)

ในอินเทอร์เน็ตจะมีบริการที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถคุยโต้ตอบกับผู้ใช้คนอื่น ๆ ที่ต่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ตในเวลาเดียวกัน โดยการพิมพ์ข้อความผ่านทางแป้นพิมพ์เสมือนกับการคุยกันตามปกติ แต่จะเป็นการคุยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์โดยไม่จำเป็นต้องจ่ายค่าโทรศัพท์ทางไกล การพูดคุยแบบออนไลน์นี้สามารถใช้โปรแกรม talk สำหรับการคุยกันเพียงสองคน หรือหากต้องการคุยกันเป็นกลุ่มหลายคนก็สามารถใช้โปรแกรม chat หรือ ไออาร์ซี(IRC – Internet Relay Chat) ก็ได้

ในปัจจุบัน บริการพูดคุยบนอินเทอร์เน็ตได้มีการพัฒนาไปมาก จนทำให้เกิดโปรแกรมต่าง ๆ ที่ช่วยให้ผู้ใช้ที่มีลำโพงและไมโครโฟนสามารถติดต่อพูดคุยด้วยเสียงได้โดยมีคุณภาพใกล้เคียงกับโทรศัพท์ทีเดียว ซึ่งโปรแกรมประเภทนี้ได้รับความนิยมใช้ในการติดต่อข้ามประเทศอย่างมาก เนื่องจากช่วยให้ไม่ต้องเสียค่าโทรศัพท์ทางไกลข้ามประเทศ แต่มีข้อเสียคือต้องนัดแนะเวลาในการติดต่อกันไว้ก่อน เพื่อจะได้ต่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ตในเวลานั้นพร้อม ๆ กัน โปรแกรมประเภทนี้ เช่น Internet Phone หรือ WebPhone เป็นต้น

หากผู้ใช้มีอุปกรณ์กล้องจับภาพสำหรับทำการประชุมทางไกล จะสามารถติดต่อด้วยภาพพร้อมเสียงผ่านอินเทอร์เน็ตได้ทันที แต่คุณภาพจะยังไม่ดีนัก โดยอัตราการเคลื่อนไหวของภาพจะอยู่ประมาณ 5 – 10 เฟรมต่อวินาที ที่การเชื่อมต่อด้วยโมเด็ม 28.8 Kbps (อัตราของภาพยนต์อยู่ประมาณ 30 เฟรมต่อวินาที) โปรแกรมประเภทนี้จะมีทั้งที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย เช่น Netmeeting ใน Internet Explorer หรือ Conference ใน Netscape Communicator ตลอดจนโปรแกรมสำหรับจำหน่ายซึ่งมีคุณภาพสูงกว่า เช่น RealAudio หรือ StreamWork เป็นต้น

6. บริการเกมส์ออนไลน์

ในปัจจุบันการเล่นเกมส์พร้อม ๆ กันจำนวนหลาย ๆ คนได้รับความนิยมอย่างมาก โดยมีทั้งการเล่นเกมส์ผ่านเครือข่ายแลนซึ่งมีข้อดีคือความเร็วสูง ตลอดจนถึงการเล่นเกมส์ผ่านเครือข่ายระยะไกล เช่น อินเทอร์เน็ต ซึ่งมีข้อดีคือสามารถแล่นเกมส์กับผู้คนทั่วโลก

การเล่นเกมส์ออนไลน์บนอินเทอร์เน็ตจะต้องใช้บริการเซิร์ฟเวอร์สำหรับเล่นเกมส์ ซึ่งจะช่วยในการหาผู้ที่จะจับคู่เล่นด้วย หรือผู้เล่นอาจเข้าร่วมกับกลุ่มที่กำลังเล่นอยู่แล้วก็ได้ นอกจากนี้เซิร์ฟเวอร์เกมส์ออนไลน์จะช่วยในการคิดคะแนน การเก็บคะแนนสูงสุด การประมวลผลการทำงานของเกมส์ในบางส่วน ตลอดจนอาจมีบริการอื่น ๆ เช่น ข่าวสารเกมส์ใหม่ ๆ กลเม็ดการเล่น หรือ การฝากข้อความของผู้เล่น เป็นต้น ซึ่งบริการเซิร์ฟเวอร์เกมส์ออนไลน์ ส่วนมากผู้เล่นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสมัครสมาชิกรายเดือนหรือรายปี

2) บริการค้นหาข้อมูล

ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการไม่ว่าจะเป็นเรื่องใด ๆ ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากในอินเทอร์เน็ตมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ทำการจัดเก็บข้อมูลไว้เผยแพร่มากมาย ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการค้นหาข้อมูลได้มาก บริการต่าง ๆ ที่อยู่ในอินเทอร์เน็ต คือ

1. อาร์ชี(Archie)

อาร์ชี เป็นระบบการค้นหาแฟ้มข้อมูลที่พัฒนาขึ้นโดยนักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญระบบเครือข่ายจากมหาวิทยาลัย McGill ประเทศแคนาดา อาร์ชีจะเป็นบริการสำหรับช่วยผู้ใช้ที่ทราบชื่อแฟ้มข้อมูลแต่ไม่ทราบว่าจะหาได้จากที่ใด เครื่องบริการอาร์ชีที่กระจายอยู่ทั่วโลกจะมีฐานข้อมูลชื่อแฟ้มต่าง ๆ จากเครื่องที่มีบริการขนถ่ายข้อมูลสาธารณะ ftp สาธารณะ(ใช้ user แบบไม่ระบุชื่อได้) เสมือนกับเป็นบรรณารักษ์ที่มีรายชื่อของหนังสือทั้งหมดที่อยู่ในห้องสมุด ซึ่งผู้ใช้จะได้รับแฟ้มข้อมูลที่ต้องการด้วยการใช้บริการ ftp ในการขนถ่ายข้อมูลตามตำแหน่งที่อาร์ชีแจ้งให้ทราบ

2. เวย์ส(WAIS : Wide Area Information Service)

เวย์ส เป็นบริการค้นหาข้อมูลโดยการค้นจากเนื้อหาข้อมูลแทนการค้นหาตามชื่อของแฟ้มข้อมูล บริการเวย์ส จะเป็นบริการซึ่งช่วยในการค้นข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลจำนวนมากที่กระจายอยู่ทั่วโลก หรือกล่าวได้ว่าเป็นบริการการค้นหาข้อมูลจาก ฐานข้อมูลแบบกระจาย(Distributed Database) นั่นเอง เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่เก็บฐานข้อมูล แต่ละเครื่องจะมีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันไป เมื่อผู้ใช้ทำการป้อนข้อความที่ต้องการหา เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ผู้ใช้ติดต่ออยู่ก็จะช่วยค้นไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลอื่น ๆ เพื่อหาตำแหน่งของแหล่งเก็บข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ

3. โกเฟอร์(Gopher)

โกเฟอร์ เป็นโปรแกรมประยุกต์แบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัย Minesota เพื่อช่วยให้สามารถค้นหาข้อมูลโดยผ่านระบบเมนูตามลำดับชั้น ฐานข้อมูลของระบบโกเฟอร์จะกระจายกันอยู่ทั่วโลก และมีการเชื่อมโยงกันอยู่ผ่านระบบเมนูของโกเฟอร์เอง การใช้โกเฟอร์เปรียบได้กับการเปิดเลือกรายการหนังสือในห้องสมุดที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่ตามหัวข้อเรื่องซึ่งผู้ใช้สามารถค้นเรื่องที่ต้องการตามหัวข้อต่าง ๆ ที่แบ่งไว้ และเมื่อเลือกหัวข้อแล้ว ก็จะปรากฏหัวข้อย่อย ๆ ให้สามารถเลือกลึกลงเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบเรื่องที่ต้องการ

4. เวโรนิก้า (Veronica)

เวโรนิก้า ย่อมาจาก Very Easy Rodent-orient Net-wide Index to Computerized Archives เป็นระบบช่วยการค้นหาข้อมูลด้วยคำที่ต้องการ(Keyword) ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเนวาด้า เป็นบริการที่ใช้งานร่วมกับโกเฟอร์ เพื่อช่วยในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการโดยไม่ต้องผ่านระบบเมนูตามลำดับชั้นของโกเฟอร์ ซึ่งผู้ใช้ที่ทราบคำสำคัญจะสามารถหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

5. บริการรายชื่อเมลล์(Mailling List)

บริการรายชื่อเมลล์ เป็นระบบฐานข้อมูลที่เก็บที่อยู่ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มคนซึ่งมีความสนใจในเรื่องเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องคอมพิวเตอร์ รถยนต์ ภาพยนตร์ เพลง และอื่น ๆ เพื่อให้กลุ่มคนเหล่านี้สามารถแลกเปลี่ยนข่าวสารที่สนใจผ่านระบบอีเมลล์ โดยจดหมายที่ส่งเข้าสู่ระบบบริการรายชื่ออีเมลล์จะถูกส่งไปยังรายชื่อทั้งหมดที่ได้ลงทะเบียนไว้ในระบบ บริการรายชื่อเมลล์นิยมนำมาใช้ในการลงทะเบียนรายชื่อ เพื่อขอรับข่าวสารเพิ่มเติมจากเว็บไซต์ที่ผู้ใช้สนใจด้วย

6. เวิลด์ไวด์เว็บ (WWW : World Wide Web)

เวิลด์ไวด์เว็บ(WWW) หรือที่บางครั้งเรียกว่า W3 หรือ WEB เป็นบริการที่ได้รับความนิยมสูงสุด และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของเครื่องที่ให้บริการประเภทนี้สูงสุดด้วย

เวิลด์ไวด์เว็บ เป็นเครือข่ายย่อยของอินเทอร์เน็ตที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1989 โดย Tim berners Lee แห่งห้องปฏิบัติการวิจัยเซิร์น(CERN) ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการด้านฟิสิกส์ในกรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ในระยะแรกโปรแกรมสำหรับการใช้งานเวิลด์ไวด์เว็บหรือที่เรียกว่า เว็บบราวเซอร์(Web Browser) จะมีการใช้งานในรูปแบบตัวอักษร(Text) จึงไม่ได้รับความนิยมมากนัก จนกระทั่งปี ค.ศ. 1993 ได้เกิดโปรแกรม MOSAIC ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับใช้งานเวิลด์ไวด์เว็บในรูปแบบกราฟิกจาก National Center for Supercomputing แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ จึงทำให้ระบบเครือข่ายเวิลด์ไวด์เวบได้รับความนิยมสูงสุดจนถึงปัจจุบัน

เวิลด์ไวด์เว็บเป็นบริการค้นหาและแสดงข้อมูลที่ใช้หลักการของไฮเปอร์เท็กซ์(Hypertext) โดยมีการทำงานด้วยโปรโตคอลแบบไคลเอนต์ – เซิร์ฟเวอร์ ที่เรียกว่า HTTP (Hypertext Transfer Protocol) ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลจากเครื่องให้บริการที่เรียกว่า Web Server หรือ Web site โดยอาศัยโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ และผลที่ได้จะเป็นไฮเปอร์เท็กซ์ซึ่งเป็นข้อความที่มีบางจุดในข้อความที่สามารถเลือกเพื่อโยงไปยังจุดต่าง ๆ ที่มีข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งจุดที่โยงใยไปอาจเป็นจุดที่อยู่ในไซต์เดียวกันหรืออาจเป็นไซต์อื่น ๆ ที่อยู่คนละประเทศก็ได้ ทำให้เกิดเป็นเครือข่ายเสมือนขนาดใหญ่ที่มีการเชื่อมต่อกันอยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอีกชั้น ในปัจจุบันไฮเปอร์เทกซ์นอกจากจะเชื่อมโยงไปยังเอกสารหรือข้อมูล อื่นได้โดยตรงแล้ว ยังสามารถรวมเอาภาพ เสียง หรือภาพเคลื่อนไหวที่เรียกว่า มัลติมีเดีย(Multimedia) ไว้ด้วย

ข้อมูลของเวิลด์ไวด์เว็บที่ได้จากโปรแกรมบราวเซอร์จะมีลักษณะคล้ายกับหน้าเอกสารที่เป็นกระดาษหน้าหนึ่ง ซึ่งนิยมเรียกว่า เว็บเพจ(Web Page) และหน้าเว็บหน้าแรกที่ผู้ใช้จะพบเมื่อเรียกเข้าไปยังเว็บไซต์ใดเว็บไซต์หนึ่งจะเรียกว่า โฮมเพจ (Home Page) หรือหน้าที่เป็นเสมือนแหล่งเริ่มต้นนั่นเอง การสร้างเว็บเพจทำได้โดย เขียนข้อความบรรยายลักษณะของหน้าด้วยภาษาเฉพาะในการสร้างไฮเปอร์เท็กซ์ที่เรียกว่า HTML (Hypertext Mark up Language) ซึ่งค่อนข้างจะซับซ้อนจึงนิยมใช้ โปรแกรมสร้างเว็บ(Web Authoring) ช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างเว็บเพจ โดยโปรแกรมรุ่นใหม่ ๆ จะช่วยให้ผู้ใช้เขียนเวบเพจได้เช่นเดียวกับการใช้โปรแกรมประมวลคำทั่ว ๆ ไป โดยไม่จำเป็นต้องทราบวิธีเขียนภาษา HTML เลย

เมื่อผู้ใช้สร้างเว็บเพจที่ต้องการนำเข้าสู่อินเทอร์เน็ตสำเร็จแล้ว จะสามารถต่อเข้ากับ อินเทอร์เน็ตได้ โดยฝากไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการ หรืออาจจะตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็น Web Server ขึ้งมาเองก็ได้

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัย ได้ใช้ บริการทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนี้ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การขนถ่ายไฟล์ กระดานข่าว และเวิลด์ไวด์เว็บ

1.3 การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา

ถนอมพร ตันพิพัฒน์ (2539 : 3 - 9) ได้กล่าวถึงรูปแบบการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในทางการศึกษาว่า

1. การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการติดต่อสื่อสาร อภิปราย ถกเถียง แลกเปลี่ยนสอบถามข้อมูลข่าวสารความคิดเห็น ทั้งกับผู้สนใจศึกษาในเรื่องเดียวกันหรือกับผู้เชี่ยวชาญสถาบันอุดมศึกษาในสหรัฐอเมริกาได้ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการติดต่อกับครู อาจารย์ เพื่อการนัดหมาย ซักถามข้อสงสัย หรือการส่ง

การบ้านด้วยการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพราะจากประโยชน์หลายประการของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในเรื่องของความได้เปรียบจดหมายปกติที่ต้องใช้เวลาในการรับการส่งหลายวัน แต่การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ สามารถทำได้ในเวลาเพียงไม่กี่นาทีและผู้รับไม่จำเป็นต้องรอรับข้อมูล เพราะจดหมายจะถูกส่งไปรอในกล่องรับจดหมายรอการเปิดอ่านเมื่อใดก็ได้ การเปิดบริการทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่นิยมมากในหมู่นักการศึกษาคือลิสต์เซิร์ฟ เป็นบริการที่อนุญาตให้นักการศึกษาสามารถสมัครเป็นสมาชิกของกลุ่มสนทนาที่มีความสนใจ ในเรื่องเดียวกับที่เราสนใจ โดยผู้สนใจต้องส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไปยังที่อยู่ของกลุ่มสนทนา เมื่อมีผู้ส่งข้อความมายังกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์จะคัดลอกและจัดส่งข้อมูลไปยังสมาชิกทุกคนที่ร่วมเป็นสมาชิกในกลุ่ม ทำให้เราทราบข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลา ได้เรียนรู้นานาทัศนะจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาและที่สำคัญคือได้แสดงข้อคิดเห็นส่วนตัวและได้ซักถามข้อสงสัยหรือขอความช่วยเหลือต่าง ๆ จากสมาชิกในกลุ่ม

นอกจากนี้ยังมีบริการที่ชื่อว่ายูสเน็ต (Usenet) ที่ให้ประโยชน์ในทางเดียวกัน แต่มีข้อแตกต่าง คือ ยูสเน็ต เป็นกลุ่มข่าว ข้อมูลที่ส่งไปที่กลุ่มจะถูกทำการเผยแพร่ไปทุกเครือข่ายย่อย ๆ นั้น โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องส่งจดมายอิเล็กทรอนิกส์มาสมัครเป็นสมาชิกของกลุ่มข่าว เพียงเข้าไปเลือกอ่านกลุ่มข่าวที่ตนเองสนใจเท่านั้น

2. การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการค้นหาข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักการศึกษาสามารถใช้บริการทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูล ศึกษาค้นคว้า และวิจัยได้หลายวิธี วิธีที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ ผ่านทาง เวิล์ดไวด์เว็บ เพราะมีข้อมูลในหลายรูปแบบมีซอฟต์แวร์สำหรับการอ่านข้อมูลที่สมบูรณ์มาก และสามารถเชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกันใช้งานได้ง่ายและสะดวก ทั้งยังเอื้อต่อการบริการอื่น ๆ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์, การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล, ยูสเน็ต และโกเฟอร์ ไว้ด้วย

ในการค้นหาข้อมูลนั้นมีเครื่องมือช่วยค้น(Serach Machine) การทำงานเพียงกดปุ่มเรียกเครื่องมือขั้นมาแล้วพิมพ์คำหรือข้อความที่ต้องการสืบค้นลงไป เครื่องก็จะแสดงผลออกมา ถ้าต้องการเข้าไปอ่านก็กดปุ่มเข้าไปก็จะทำให้ทราบข้อมูลนั้น ๆ ได้

การเข้าใช้คอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ที่ต่ออยู่กับเครือข่าย และที่อนุญาตให้มีการเข้าไปใช้ได้โดยเฉพาะการติดต่อเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ของห้องสมุด เพื่อค้นหา ยืมต่อเวลาการยืม หรือการจองหนังสือ วารสาร วิทยานิพนธ์ ก็เป็นอีกวิธีที่นิยม ซึ่งการทำงานโดยการใช้คำสั่ง เทลเน็ต ตามด้วยชื่อเครื่อง หรือหมายเลขเครื่อง พิมพ์ชื่อในการเข้าขอใช้ (login) เท่านั้น

นอกจากห้องสมุดแล้ว นักการศึกษาอาจจะใช้คอมพิวเตอร์ที่เป็นฐานข้อมูลต่าง ๆ ได้ เช่น ฐานข้อมูลบทความทางการศึกษา เช่น อีริค(ERIC) หรือ คาร์ล(CARL) เป็นต้น โดยในบางฐานข้อมูลนอกจากผู้ใช้เข้าไปค้นหาบทความที่เคยตีพิมพ์ในวารสารต่าง ๆ แล้วยังสามารถ ใช้บริการพิเศษอื่น ๆ เช่น บริการการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์แจ้งให้ทราบเกี่ยวกับบทความใหม่ ๆ ที่ได้ตีพิมพ์ในวารสารการศึกษาที่สนใจเล่มล่าสุด โดยต้องมีการกำหนดชื่อของวารสารที่สนใจไว้ล่วงหน้า หรือมีการส่งแฟกซ์ บทความนั้น ๆ ให้แก่ผู้ใช้ที่สนใจซึ่งบริการพิเศษเหล่านี้มักมีราคาค่อนข้างสูง

บริการทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอื่น ซึ่งนักการศึกษาสามารถใช้ในการสืบค้นข้อมูล ๆ ได้แก่ อาร์ซี่ (Archie) และเวย์ส(Wais) อาร์ซี่นั้น เป็นบริการช่วยค้นข้อมูลที่อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ เฉพาะเครื่องที่มีการอนุญาตให้โอนถ่ายแฟ้มข้อมูลได้ ส่วนเวย์สนั้นเป็นบริการค้นหาข้อมูลที่มีการทำงานคล้ายกับ อาร์ซี่ คือจะต้องอาศัยการต่อเข้าไปยังเครื่องที่ศูนย์บริการก่อนและพิมพ์คำ หรือข้อความที่ต้องการสืบค้นลงไป แต่จะ

แตกต่างก็คือ คำ หรือข้อความที่ต้องการสืบค้นที่ผู้ใช้พิมพ์เข้าไป ควรจะเกี่ยวเนื่องกับเนื้อหา เพราะเวย์สจะค้นหาแฟ้มข้อมูลที่มีเนื้อหา ซึ่งมีคำนั้น ๆ ปรากฏอยู่

3. การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในหลักสูตรการศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ

3.1 การประยุกต์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของหลักสูตรที่มีอยู่เดิม ปัจจุบันนี้ได้มีการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในหลักสูตรกิจกรรมการสอนกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนการสอนระดับประถมศึกษา ถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสำรวจของวิทยาลัยครูแบงค์สตรีท ในพ.ศ. 2536 พบว่า นักการศึกษาในสหรัฐอเมริกาได้ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในหลักสูตรกิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันออกไปโดยกิจกรรมการสอนที่ได้ประโยชน์มากที่สุด และได้รับความนิยมมากที่สุด คือการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในหลักสูตรกิจกรรมการสอนในโครงการร่วมระหว่างห้องเรียนจากโรงเรียน 2 โรงเรียนขึ้นไป (Classroom Exchange projects) เพื่อการแลกเปลี่ยนความคิดเป็นต่าง ๆ ทั้งนี้ เป็นเพราะโครงการต่าง ๆ เหล่านี้ได้รวมเอากิจกรรมการเรียนอื่น ๆ เอาไว้ เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์, การค้นคว้าวิจัย, การสอบถาม, การปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ, การรับรู้ทางสังคม, การแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมทั้งระดับประเทศ และระดับนานาชาติ และการเขียนรายงาน นอกจากนี้โครงการอื่น ๆ ที่มีประโยชน์และได้รับความนิยมรองลงมา ได้แก่ โครงการที่เกี่ยวกับการเขียนหนังสือพิมพ์ของโรงเรียนในระบบออนไลน์ และการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เป็นต้น นอกจากโครงการเหล่านี้แล้วการเขียนจดหมายโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนจากต่างห้อง ต่างโรงเรียนกัน ก็เป็นกิจกรรมที่ได้รับความนิยมมากเช่นกัน

3.2 การศึกษาทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะช่วยขจัดปัญหาทางด้านการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ ข้อจำกัดในด้านเวลา และสถานที่ของผู้เรียน และผู้สอนการศึกษาทางไกลผ่านเครือข่ายสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ในลักษณะที่ผู้เรียนและผู้สอนมีการนัดหมายเวลาที่แน่ชัด และในลักษณะที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้องมีการนัดหมายเวลาที่ชัด โดยผู้เรียนสามารถที่จะเข้ามาเรียนเวลาใดก็ได้ การศึกษาทางไกลในลักษณะแรกนั้น ต้องการเครื่องมือ และอุปกรณ์เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณภาพ เสียง เช่น กล้องถ่ายภาพ พร้อมไมโครโฟน ลำโพง และซอฟแวร์พิเศษ ทั้งในห้องของผู้สอน และในห้องเรียนของผู้เรียน ผู้สอนและผู้เรียนจะสามารถสื่อสารกันได้ทันที โดยครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเดินทางไปยังห้องเรียนจริง เพียงมาที่สถานีที่ได้มีการจัดเตรียมไว้ และสอนผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ได้ ส่วนผู้เรียนก็ไม่ต้องเดินทางมาหาครูผู้สอน เพียงไปยังห้องเรียนที่ได้จัดเตรียมไว้ และเรียนจากจอ เมื่อมีข้อสงสัยก็สามารถที่จะถามผู้สอนได้โดยทันที ส่วนการศึกษาทางไกลในลักษณะที่สองนั้น ผู้สอนต้องเตรียมเอกสาร การสอนไว้ล่วงหน้า และการเก็บข้อมูลการสอนนี้ไว้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนสามารถจะเรียน จากที่ไหนก็ได้สามารถเข้าใช้เครือข่ายได้ ในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ เอกสารการสอนทำได้หลายลักษณะที่นิยมทำกันก็คือในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ หรือ CAI on Web เพื่อใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยในการเชื่อมโยงข้อมูลมหาศาลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั่วโลก โดยผู้เรียนจะต้องต่อเข้าไปใช้เครือข่ายในขณะที่เรียนอยู่ เพื่อทำการโหลดเนื้อหามาเรียน ถ้าผู้เรียนมีข้อสงสัยใด ๆ ก็สามารถส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไปสอบถามจากผู้สอนได้

3.3 การเรียนการสอนเกี่ยวกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่ยังคงเป็นไปในลักษณะของการเปิดอบรมหลักสูตรสั้น ๆ หรือการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการแก่ประชาชนทั่วไปที่สนใจ แต่ในสถาบันการศึกษาอุดมศึกษาบางแห่ง ก็ได้เริ่มมีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในรายวิชาต่าง ๆ ให้แก่นิสิต นักศึกษากันบ้างแล้ว ทั้งนี้ เพื่อเตรียมความพร้อมในการที่จะนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการค้นคว้าวิจัย หรือทำรายงาน ในรายวิชาต่าง ๆ และที่สำคัญก็คือ ในการเรียนรู้ด้วยตนเองต่อไป นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับเครือข่าย

อินเทอร์เน็ตยังเป็นการส่งเสริมให้นิสิต นักศึกษา ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นผ่านสื่อในลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิม เช่น จากการอภิปรายผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ การเสนอความคิดเห็นในกลุ่มสนทนา หรือจากการนำเสนอข้อมูลบนเว็บเพจ เป็นต้น

1.4 การเรียนการสอนผ่านเว็บ(Web-Base Instruction)

ถนอมพร เลาหจรัสแสง(2544 : 87 - 88) ได้กล่าวถึง ความหมาย คุณลักษณะสำคัญ ข้อดี ของการเรียนการสอนผ่านเว็บไว้ดังนี้

1) ความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บ

การเรียนการสอนผ่านเว็บ เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติ และทรัพยากรของเวิลด์ไวด์เว็บ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นผ่านเว็บ อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนได้

การสอนบนเว็บเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่แตกต่างไปจากการเรียนในห้องเรียน คือ ผู้เรียนจะเรียนผ่านจอคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนจะสามารถเรียนได้จากที่ใดก็ได้ ในเวลาใดก็ได้ยกเว้นในบางหลักสูตรที่ออกแบบให้ผู้เรียนเข้ามาเรียนในเวลาที่กำหนด เช่น ในลักษณะของการออกอากาศผ่านเว็บ(Web Cast) โดยปรกติแล้ว ขั้นตอนการการสอนบนเว็บจะเริ่มจากการที่ผู้เรียนเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต หรืออินทราเน็ต และใช้บราวเซอร์(โปรแกรมอ่านเว็บ) เปิดไปยังเว็บไซต์การศึกษาที่ได้ออกแบบไว้ บางกรณีผู้เรียนจะต้องมีการลงทะเบียนก่อนเพื่อขอรหัสผ่านเข้าเรียน หลังจากนั้นผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาโดยวิธีในการศึกษา อาจเป็นการอ่านข้อความบนจอ หรือโหลดเนื้อหา ลงมายังเครื่องของตน หรือสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อศึกษาภายหลังก็ได้ โดยผู้เรียนจะมีการโต้ตอบกับเนื้อหาบทเรียนซึ่งใช้การนำเสนอในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย หรือสื่อประสมต่าง ๆ อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง กราฟิก วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถออกแบบให้เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันเชื่อมโยง(link) เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งทำให้ผู้เรียนนอกจากจะสามารถเรียกอ่านเนื้อหาที่ผู้สอนเตรียมไว้ได้ตามปกติแล้ว ยังสามารถเรียกอ่านเนื้อหาที่ผู้สอนลิงค์จากเว็บไซต์อื่น ๆ จากทั่วโลกได้ นอกจากนี้ผู้เรียนจะสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนอื่น หรือ กับผู้สอนได้โดยการโต้ตอบนี้อาจเป็นได้ทั้งแบบเวลาเดียวกันและต่างเวลากัน และในลักษณะของบุคคลต่อบุคคล บุคคลต่อกลุ่ม หรือ กลุ่มต่อกลุ่มก็ได้ ในบางครั้งผู้เรียนอาจจะต้องทำการทดสอบหลังจากการเรียนด้วย และในกรณีที่ผู้สอนทำการสอนบนเว็บอย่างเต็มรูปแบบ ผู้เรียนจะต้องรับ – ส่งงาน และเข้ามาตรวจสอบผลป้อนกลับบนเว็บไซต์

2) คุณลักษณะสำคัญของเว็บที่เอื้อต่อการเรียนการสอน

คุณลักษณะ สำคัญของเว็บซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนมีอยู่ 8 ประการได้แก่

1. การที่เว็บเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์(Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน
2. การที่เว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของสื่อประสม(Multimedia)
3. การที่เว็บเป็นระบบเปิด(Open System) ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้มีอิสระในการเข้าถึงข้อมูลได้ทั่วโลก
4. การที่เว็บอุดมไปด้วยทรัพยากรเพื่อการสืบค้นออนไลน์(Online Search / Resourec)

5. ความไม่มีข้อจำกัดทางสถานที่และเวลาของการสอนบนเว็บ(Device, Distance and Time Independent) ผู้เรียนที่มีคอมพิวเตอร์ในระบบใดก็ได้ซึ่งต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตจะสามารถเข้าเรียนจากที่ใดก็ได้ในเวลาใดก็ได้

6. การที่เว็บอนุญาตให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม(Learner Controlled) ผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อม ความถนัดและความสนใจของตน

7. การที่เว็บมีความสมบูรณ์ในตนเอง(Self - contained) ทำให้เราสามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดผ่านเว็บได้

8. การที่เว็บอนุญาตให้มีการติดต่อสื่อสารทั้งแบบเวลาเดียวกัน(Synchronous Communication) เช่น chat และต่างเวลากัน(Asynchronous Communication) เช่น Web Board เป็นต้น

3) ข้อดีของการเรียนการสอนผ่านเว็บ

การเรียนการสอนผ่านเว็บมีข้อดีอยู่หลายประการ ดังนี้

1. การสอนบนเว็บเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลาในการมาเข้าชั้นเรียนได้เรียนในเวลา และสถานที่ ๆ ต้องการ ซึ่งอาจเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน หรือสถานศึกษาใกล้เคียงที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตได้ การที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังสถานศึกษาที่กำหนดไว้ จึงสามารถช่วยแก้ปัญหา ในด้านของข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาและสถานศึกษา

2. การสอนบนเว็บยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษาในภูมิภาค หรือ ในประเทศหนึ่งสามารถที่จะศึกษา ถกเถียง อภิปราย กับอาจารย์ ครูผู้สอนซึ่งสอนอยู่ที่สถาบันการศึกษาในประเทศ หรือในต่างประเทศก็ตาม

3. การสอนบนเว็บนี้ยังช่วยเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิตเนื่องจากเว็บเป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการ ศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่งสามารถเข้ามา ค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลาการสอนบนเว็บสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้รวมทั้งมีทักษะในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง(Meta – cognitive Skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การสอนบนเว็บช่วยทลายกำแพงของห้องเรียนและเปลี่ยนจากห้องเรียน 4 เหลี่ยม ไปสู่โลกกว้างแห่งการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ สนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง โดยเน้นให้เกิดการเรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง ให้เกิดการเรียนรู้ตามบริบทในโลกแห่งความจริง(Contextualization) และการเรียนรู้จากปัญหา(Problem-based Learning) ตามแนวคิดแบบ Constructivism

5. การสอนบนเว็บเป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีศักยภาพมากเนื่องจากการที่เว็บได้กลายเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลก โดยไม่จำกัดภาษา การสอนบนเว็บช่วยแก้ปัญหาของข้อจำกัดของแหล่งค้นคว้าแบบเดิมจากห้องสมุด อันได้แก่ ปัญหาทรัพยากรการศึกษาที่มีอยู่จำกัดและเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล เนื่องจากเว็บมีข้อมูลที่หลากหลายและเป็นจำนวนมาก รวมทั้งการที่เว็บใช้การเชื่อมโยงในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย(สื่อหลายมิติ) ซึ่งทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและง่ายดายกว่าการค้นหาข้อมูลแบบเดิม

6. การสอนบนเว็บจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของเว็บที่เอื้ออำนวยให้เกิดการศึกษาในลักษณะที่ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นได้อยู่ตลอดเวลาโดยไม่จำเป็นต้อง เปิดเผยตัวตนที่แท้จริง ตัวอย่าง เช่น การให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการทำกิจกรรมต่าง ๆ บนเครือข่าย การ

ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแสดงไว้บนเว็บบอร์ด หรือการให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้ามาพบปะกับผู้เรียนคนอื่น ๆ อาจารย์ หรือ ผู้เชี่ยวชาญในเวลาเดียวกันที่ห้องสนทนา เป็นต้น

7. การสอนบนเว็บเอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งการเกิดปฏิสัมพันธ์นี้อาจทำได้ 2 รูปแบบ คือ

7.1 ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันและ / หรือผู้สอน จะอยู่ในรูปของการเข้าไปพูดคุย พบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

7.2 ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนหรือในเนื้อหาหรือสื่อการสอนบนเว็บ จะอยู่ในรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอน แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบที่ผู้สอนได้ จัดหาไว้ให้แก่ผู้เรียน

8. การสอนบนเว็บยังเป็นการเปิดโอกาสสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ทั้งในและนอกสถาบัน จากในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก โดยผู้เรียนสามารถติดต่อ สอบถามปัญหาขอข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจริงโดยตรง ซึ่งไม่สามารถทำได้ในการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับการติดต่อสื่อสารในลักษณะเดิม ๆ

9. การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานของตนสู่สายตาผู้อื่นอย่างง่ายดาย ทั้งนี้ไม่ได้จำกัดเฉพาะเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนหากแต่เป็นบุคคลทั่วไปทั่วโลกได้ ดังนั้นจึงถือเป็นการสร้างแรงจูงใจ ภายนอกในการเรียนอย่างหนึ่งสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนจะพยายามผลิตผลงานที่ดีเพื่อไม่ให้เสียชื่อเสียงตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียน ยังมีโอกาสได้เห็นผลงานของผู้อื่น เพื่อนำมาพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

10. การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่างสะดวกสบาย เนื่องจากข้อมูลบนเว็บมีลักษณะ เป็นพลวัตร(Dynamic) ดังนั้นผู้สอนสามารถ อัพเดตเนื้อหาหลักสูตรที่ทันสมัยแก่ผู้เรียน ได้ตลอดเวลา นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้สื่อสารและแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหา ทำให้เนื้อหา การเรียนมีความยืดหยุ่น มากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม และเปลี่ยนแปลง ไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ

11. การสอนบนเว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูป ของมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ ภาพ 3 มิติได้ โดยผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบของการนำเสนอเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทางการเรียน

4) รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บ

การจัดการสอนบนเว็บสามารถทำได้ใน 3 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่

1. การจัดการสอนบนเว็บ โดยที่ไม่ต้องมีการเข้าชั้นเรียน
2. การสอนบนเว็บเป็นส่วนใหญ่ในขณะที่ยังมีการนัดหมายมาเข้าชั้นเรียนบ้าง
3. การจัดการสอนบนเว็บเพื่อเสริมการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติก็ได้

ผู้วิจัยสนใจพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผ่านทางเว็บไซต์ เนื่องจากคุณลักษณะของเว็บที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เช่น เปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน สามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่อประสม เป็นระบบเปิดสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั่วโลก อุดมไปด้วยทรัพยากรเพื่อการสืบค้นออนไลน์ ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ของการสอน ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนตามความพร้อม ความถนัดความสนใจของตนเอง มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ทำให้จัดการเรียนการสอนทั้งหมดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

1.6 การสร้างเว็บเพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะต้องสร้างเว็บไซต์ หมายถึง กลุ่มของเว็บเพจที่เป็นวิชาเดียวกัน ได้รับการออกแบบมาเพื่อนำเสนอเนื้อหา บทเรียน และกิจกรรมต่าง ๆ เว็บไซต์หนึ่ง ๆ จะเสนอ เว็บเพจ หมายถึง หน้าเอกสารในระบบสื่อหลายมิติ(Hypermedia) ซึ่งสร้างด้วยคำสั่งภาษาเอชทีเอ็มแอล(HTML) สามารถแสดงข้อมูลรูปแบบตัวอักษร ภาพ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพยนตร์ เสียง

1) องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บุญเรือง เนียมหอม(2540 : 108-109) ได้สรุปองค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไว้ 12 ประการดังภาพประกอบ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนรายวิชา ได้แก่ วัตถุประสงค์ด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติและค่านิยม

2. การวิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการวิเคราะห์ความสามารถทางสติปัญญา อัตราการเรียน รูปแบบการเรียน ความรู้และประสบการณ์เดิม ระดับแรงจูงใน ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต และวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน

3. การออกแบบเนื้อหารายวิชา ได้แก่ เนื้อหาข้อเท็จจริงและความรู้ธรรมดา ความคิดรวบยอดและหลักการ การคิดแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ทักษะ เจตคติและค่านิยม

4. การกำหนดวิธีเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ เทคนิควิธีการเรียน รูปแบบการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ เช่น การเสนอเนื้อหาความรู้ การอภิปราย การสนทนา การฝึกปฏิบัติ การเรียนด้วยตนเอง การเรียนแบบร่วมมือ การใช้กิจกรรมต่าง ๆ ของอินเทอร์เน็ต การทำกิจกรรม

5. การเตรียมความพร้อมสิ่งแวดล้อมการเรียนทางอินเทอร์เน็ต ได้แก่ การเตรียมทางด้านอุปกรณ์และโปรแกรมของอินเทอร์เน็ต การสร้างเว็บไซต์การเรียนการสอน การเลือกฐานข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทางอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้เป็นแหล่งวิทยาการ

6. การกำหนดคุณสมบัติผู้สอน เตรียมความพร้อมผู้สอน ผู้สอนจะต้องมีความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้และทักษะการใช้อินเทอร์เน็ต และการสร้างโฮมเพจการเรียนการสอน

7. การดำเนินการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมบริการของอินเทอร์เน็ต โดยเลือกรูปแบบหรือกลวิธีการสอนทางอินเทอร์เน็ตที่เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ของการเรียน การเสนอความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ทางอินเทอร์เน็ต การเลือกกิจกรรมของอินเทอร์เน็ตเพื่อการสอน

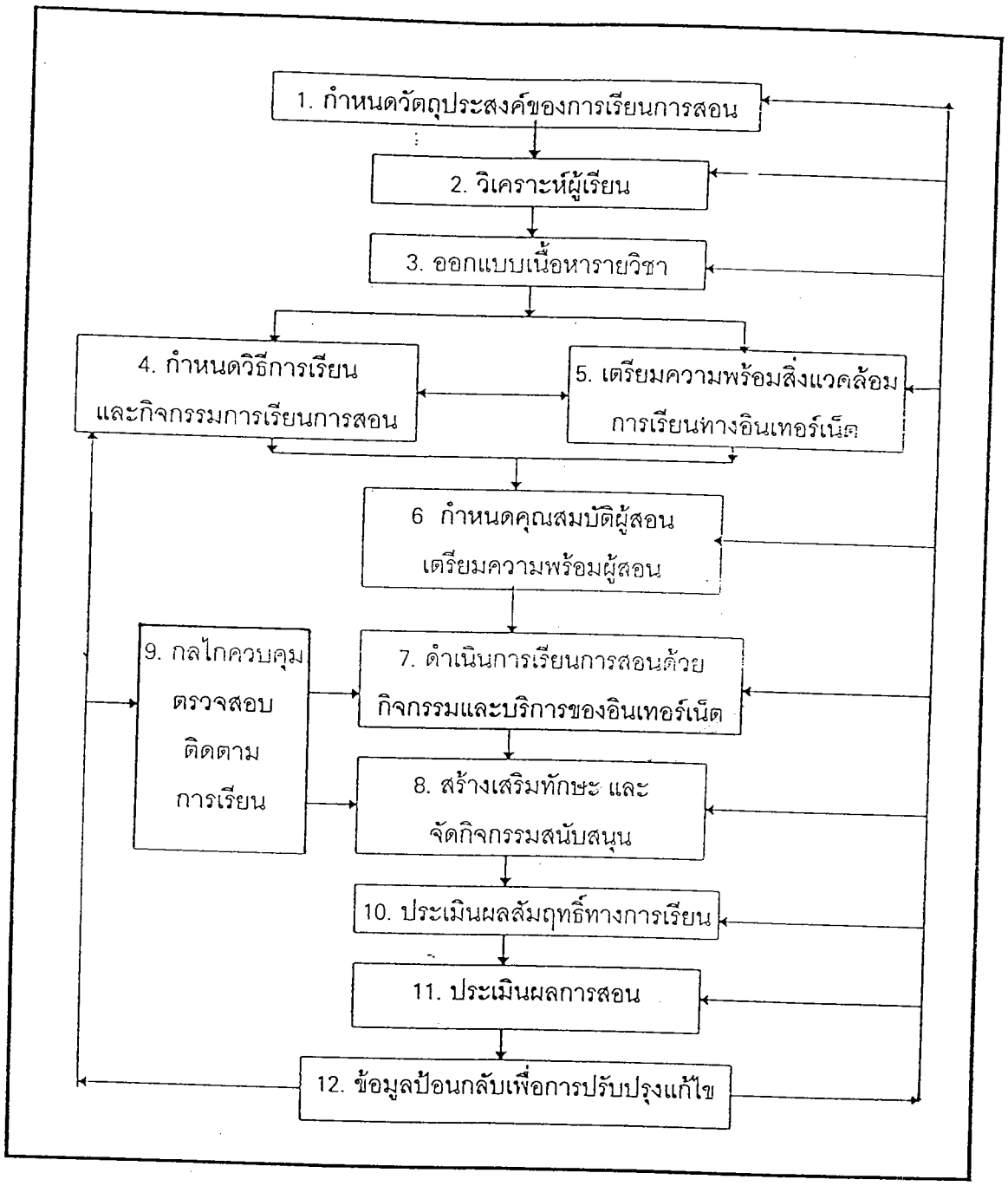
8. การสร้างเสริมทักษะ และการจัดกิจกรรมสนับสนุน เพื่อการสรุปทบทวน การสั่งงาน การช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนช้า การสอนเสริม การส่งเสริมผู้เรียนที่เรียนเก่ง การเชื่อมโยงไปศึกษาแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ด้วยตนเอง

9. การควบคุม ตรวจสอบ และติดตามการเรียน ได้แก่ การวัดความรู้ก่อนสอน การวัดผลระหว่างดำเนินการเรียนการสอน การใช้คำถาม การสนทนา การให้ข้อมูลป้อนกลับ การเสริมแรง ให้กำลังใจ

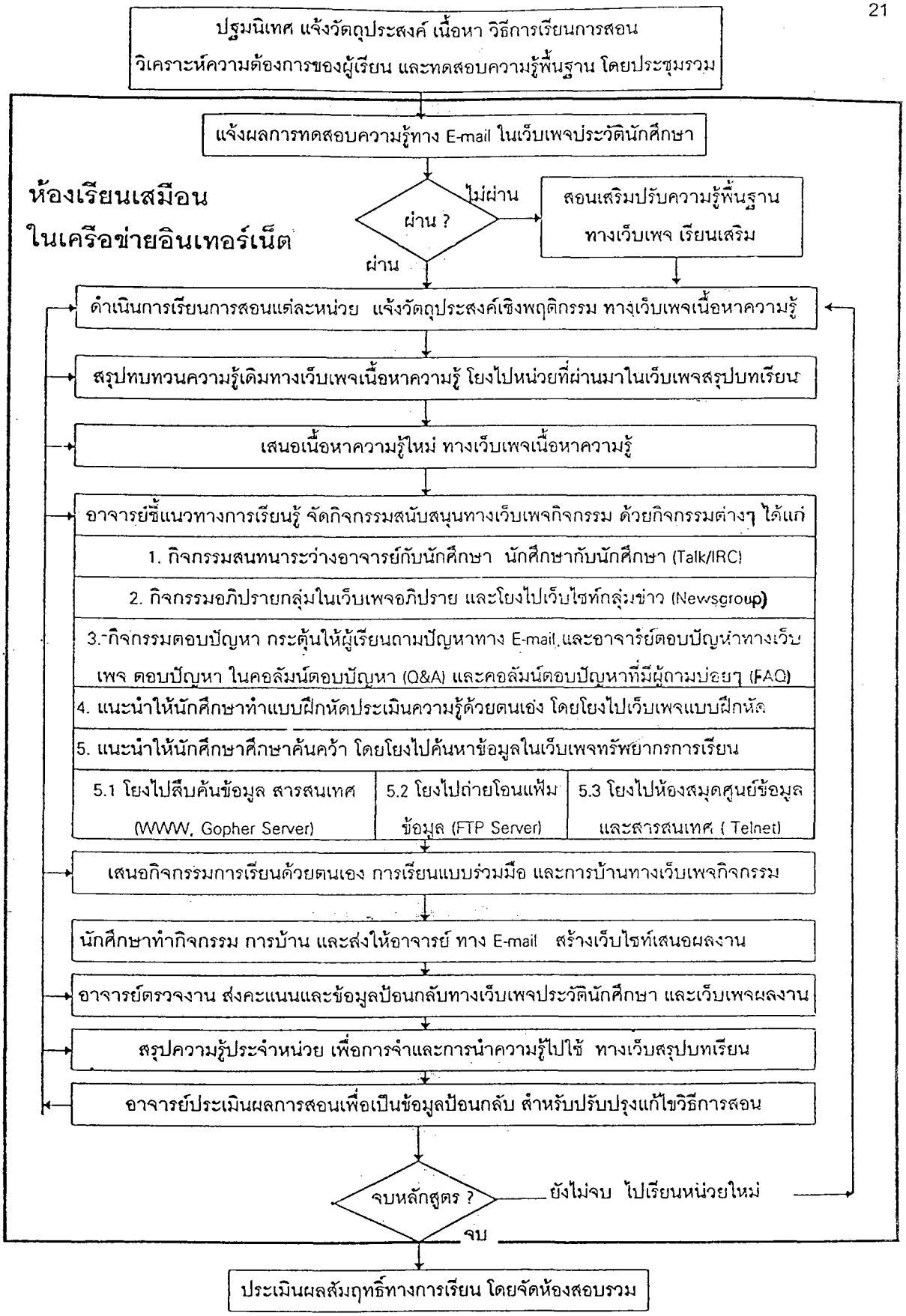
10. การประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

11. การประเมินผลการสอน

12. ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการปรับปรุงแก้ไข



ภาพประกอบ 1 องค์ประกอบระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต
ที่มา : บุญเรือง เนียมหอม (2540 : 144)



ภาพประกอบ 2 รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต

ที่มา : บุญเรือง เนียมหอม (2540 : 145)

2) รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต

บุญเรือง เนียมหอม(2540 : 153-156) รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต ดังภาพประกอบ 2 มีรายละเอียด 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนก่อนเรียน

ขั้นตอนก่อนเรียนเป็นขั้นตอนที่ผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการหลัก ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ส่วนดังนี้

1. แจ้งวัตถุประสงค์ของการศึกษาของการเรียนการสอน ผู้สอนนัดประชุมรวม เพื่อปฐมนิเทศ แจ้งวัตถุประสงค์ เนื้อหา วิธีการเรียนการสอน ตามประมวลรายวิชา

2. สำรวจความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน

2.1 ในการประชุมรวม หลังจากปฐมนิเทศแล้ว ผู้สอนทดสอบความรู้พื้นฐาน และสำรวจปัญหาความต้องการของผู้เรียนเพื่อนำไปปรับปรุงกิจกกรรมการเรียนการสอน หรือปรับพื้นฐานความพร้อมของผู้เรียน

2.2 ผู้สอนปรับเนื้อหาวิชา และวิธีการเรียนการสอนในเว็บเพจห้องเรียนเสมือน ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน และสอดคล้องกับหลักสูตร

3. การเตรียมความพร้อมผู้เรียน

3.1 ผู้สอนแจ้งผลการทดสอบความรู้ให้กับผู้เรียนทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และบันทึกเก็บไว้ในเว็บเพจประวัตินักศึกษา ในส่วนที่เป็นข้อมูลส่วนตัว พร้อมกับแนะนำให้ผู้เรียนที่มีพื้นความรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ไปศึกษาเพิ่มเติมในเว็บเพจเรียนเสริม หรือศึกษาเนื้อหาจากแฟ้มข้อมูลที่จัดทำขึ้นเฉพาะ เพื่อให้ผู้เรียนถ่ายโอน ไปศึกษาด้วยตนเอง และแนะนำแหล่งทรัพยากรเรียนรู้

3.2 ผู้สอนสร้างเว็บเพจเรียนเสริมสำหรับผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ไม่ผ่านเกณฑ์

3.3 ผู้สอนสร้างแฟ้มข้อมูลเรียนเสริมเพื่อถ่ายโอน ให้ผู้เรียนที่มีพื้นความรู้ไม่ผ่านเกณฑ์นำไปศึกษาด้วยตนเอง

3.4 ผู้เรียนที่มีความรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ศึกษาเพื่อปรับความรู้พื้นฐานตามคำแนะนำในเว็บเพจประวัตินักศึกษา และเว็บเพจเรียนเสริม

ขั้นตอนการเรียนการสอนตามรูปแบบ

การเรียนการสอนทางห้องเรียนเสมือนในอินเทอร์เน็ตไม่จำกัดเรื่องเวลา สถานที่ และวิธีการเรียน ผู้เรียนมีอิสระที่จะเลือกได้ตามความเหมาะสม อย่างไรก็ตามจะต้องกำหนดเวลาเพื่อทำกิจกรรมร่วมกัน เช่น เวลาสนทนา เวลาอภิปรายกลุ่ม กำหนดเวลาส่งงาน และกำหนดระยะเวลารายสัปดาห์ที่ควรศึกษาเนื้อหาแต่ละหน่วย กิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหารายวิชาแต่ละหน่วยมีดังนี้

1. สร้างความสนใจในเนื้อหาวิชาประจำหน่วย ในเว็บเพจเนื้อหาความรู้
2. แจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วย ในเว็บเพจเนื้อหาความรู้
3. สรุปทบทวนความรู้เดิม ในเว็บเพจเนื้อหาความรู้และโยงไปหน่วยที่ผ่านมา
4. เสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ ในเว็บเพจเนื้อหาความรู้
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ จัดกิจกรรมสนับสนุน สร้างเสริมทักษะในเว็บเพจกิจกรรม ด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่

5.1 กิจกรรมสนทนา(Talk) ระหว่างอาจารย์กับนักศึกษา นักศึกษากับนักศึกษา

5.2 กิจกรรมอภิปรายกลุ่ม ในเว็บเพจอภิปราย โดยตั้งกลุ่มขึ้นเอง หรือโยงไปเว็บกลุ่มข่าว (Usenet Newsgroup, BBS) ทางเวิลด์ไวด์เว็บ และแหล่งข้อมูลโกเฟอร์(Gopher Server) ที่มีบริการกลุ่มข่าว

5.3 กิจกรรมตอบปัญหาโดยกระตุ้นให้ผู้เรียนถามปัญหาทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจัดเตรียมไว้ให้ในเว็บตอบปัญหา และอาจารย์ตอบปัญหาในเว็บเพจตอบปัญหา ในคอลัมน์ ตอบปัญหา(Q&A) และคอลัมน์ตอบปัญหาที่มีผู้ถามบ่อย ๆ (FAQ) อนึ่งการตอบปัญหานั้นอาจารย์ผู้สอน อาจมีผู้สนับสนุน หรือผู้ร่วมสอนโดยมีข้อตกลงร่วมกันคือไม่ว่าผู้เรียนจะส่งคำถามไปที่ผู้ใด จะต้องเวียนให้ผู้ร่วมงานทราบทุกคน เพื่อหลีกเลี่ยงความซ้ำซ้อน

5.4 แนะนำให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดประเมินความรู้ด้วยตนเองโดยโยงไปเว็บเพจแบบฝึกหัดในกลุ่มเว็บเพจการประเมินผล(Evalution)

5.5 แนะนำให้นักศึกษาศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ และสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยโยงไปค้นหาข้อมูลในเว็บเพจแหล่งทรัพยากร (Learning Resources) ได้แก่

5.5.1 โยงไปเว็บไซต์เวิลด์ไวด์เว็บ และแหล่งข้อมูลโกเฟอร์(Gopher Server) ที่ให้บริการความรู้ ข้อมูล สารสนเทศ

5.5.2 โยงไปถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ให้บริการถ่ายโอนข้อมูล (FTP Server)

5.5.3 โยงไปห้องสมุดเสมือน ศูนย์ข้อมูลและสารสนเทศ เพื่อดูหนังสือ สิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ วีดิทัศน์ และสื่อการศึกษาประเภทต่าง ๆ

6. เสนอกิจกรรม แบบฝึกหัด และการบ้านในเว็บเพจกิจกรรม พร้อมทั้งจัดกิจกรรมเสริมทักษะการเรียนด้วยตนเอง การเรียนแบบร่วมมือ การทำงานกลุ่ม การเรียนรายบุคคล ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรทางการเรียน ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ เพื่อสนองความต้องการของนักศึกษาที่ต้องการเลือกวิธีการเรียน อย่างอิสระ

7. นักศึกษาทำกิจกรรม แบบฝึกหัด การบ้าน และส่งแฟ้มการบ้านให้อาจารย์ทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ส่วนนักศึกษาที่เลือกเรียนรายบุคคล หรือทำงานกลุ่ม สรุปผลการศึกษา โดยสร้างเว็บเพจงานและนำเสนอในเว็บผลงานนักศึกษา เพื่อให้นักศึกษาคนอื่น ๆ ได้แลกเปลี่ยนความรู้ และความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่นำเสนอเป็นการขยายฐานความรู้ให้กว้างขึ้น

8. อาจารย์ตรวจผลงานของนักศึกษา ส่งคะแนนและข้อมูลป้อนกลับทางเว็บเพจประวัตินักศึกษาในพื้นที่ข้อมูลส่วนตัว และสรุปข้อมูลเป็นการประเมินผลย่อย(Formative Evaluation) สำหรับติดตามพฤติกรรมการเรียนและใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในขณะเดียวกันอาจารย์ตรวจผลงานเว็บไซท์ของนักศึกษา และให้ข้อมูลป้อนกลับ แสดงความคิดเห็น และความรู้เพิ่มเติมทางเว็บเพจผลงานนักศึกษา

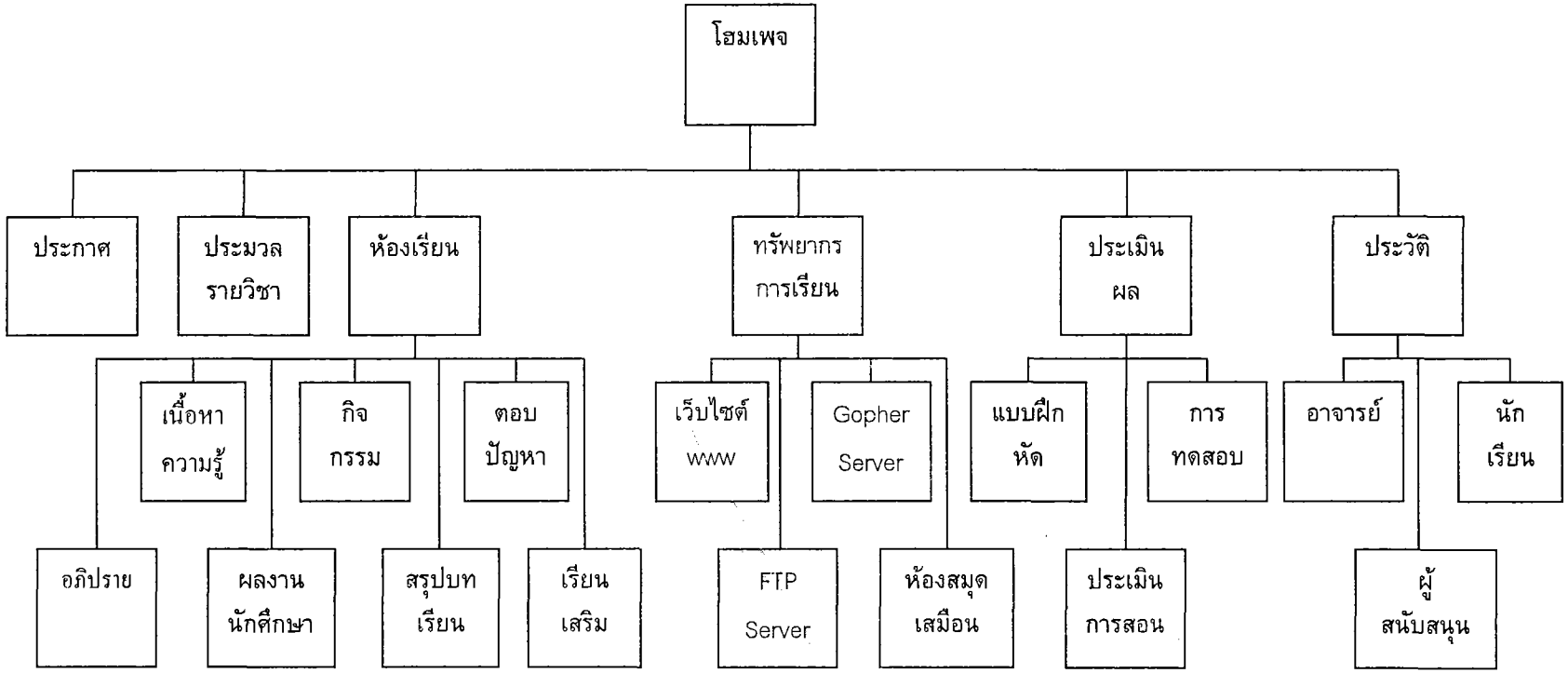
9. อาจารย์สรุปความรู้ประจำหน่วย เพื่อการจำและการนำความรู้ไปใช้ ในเว็บเพจสรุปบทเรียน

กระบวนการเรียนการสอนเนื้อหาหน่วยใหม่ก็ดำเนินไปตามขั้นตอน 9 ขั้นจนครบเนื้อหาทุกหน่วยการเรียน ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในประมวลการสอน

ขั้นตอนการประเมินผล

1. ในขั้นตอนการเรียนตามรูปแบบนั้น อาจารย์ได้ประเมินผลการเรียนการสอนประจำหน่วย (Formative Evaluation) ซึ่งใช้เป็นคะแนนเก็บ สำหรับประเมินผลรวมด้วย

2. เมื่อเรียนจบครบทุกหน่วยตามกำหนดเวลาในประมวลการสอน อาจารย์ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดห้องสอบรวม



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างเว็บไซต์ห้องเรียนเสมือน

ที่มา : บุญเรือง เนียมหอม (2540 : 148)

3) โครงสร้างเว็บเพจห้องเรียนเสมือน

บุญเรือง เนียมหอม(2540 : 108-109) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต ใช้เว็บเพจห้องเรียนเสมือน เป็นช่องทางการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน เป็นศูนย์กลางอำนวยการจัดการองค์ประกอบ ด้านกระบวนการเรียนการสอน และกลไกควบคุม

จากภาพประกอบ 3 โครงสร้างเว็บเพจห้องเรียนเสมือนซึ่งมีโครงสร้างแบบต้นไม้(Tree Structure) หรือแผนภูมิองค์กร ประกอบด้วยเว็บเพจระดับแม่ คือ โฮมเพจ เว็บเพจระดับรอง ได้แก่ กลุ่มเว็บเพจ 6 กลุ่ม คือ เว็บเพจประกาศ เว็บเพจประมวลรายวิชา เว็บเพจห้องเรียน เว็บเพจทรัพยากรการเรียน เว็บเพจการประเมินผล และเว็บเพจประวัติ เว็บเพจทั้ง 6 กลุ่มประกอบด้วยเว็บเพจในระดับย่อย ซึ่งมีจำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับเนื้อหาความรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) โฮมเพจ(Home Page)

หน้านี้เป็นหน้าแรกของเว็บไซต์ห้องเรียนเสมือน จะต้องระบุชื่อวิชา ผู้สอน และให้ข้อมูลที่เป็นการประชาสัมพันธ์วิชา ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ควรใส่รูปภาพประกอบ และพิมพ์ข้อความกระชับน่าสนใจ ยังไม่ควรบอกวัตถุประสงค์ของวิชา และยังไม่ต้องให้รายละเอียดเกี่ยวกับหลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอน ชื่อวิชาควรเชื่อมโยง ไปดูเว็บเพจประมวลรายวิชา และชื่อผู้สอนควรเชื่อมโยงไปเว็บเพจประวัติอาจารย์ด้วย

2) เว็บเพจประกาศ(Information)

เสนอข่าว ประกาศ กำหนดเวลาเรียน การสอบ การลงทะเบียน และกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องกับ การเรียน และไม่เกี่ยวข้องกับการเรียน เพื่อประชาสัมพันธ์ให้นักศึกษาได้ติดตามข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ โดยจำแนกเป็นคอลัมน์ หรือ ประเภทข่าวให้ชัดเจน

3) เว็บเพจประมวลรายวิชา(Course Syllabus)

เว็บเพจนี้เป็นการประมวลรายวิชา จะมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับรายละเอียดของเนื้อหาวิชา จุดเน้นสำคัญคือการบอกวัตถุประสงค์ของวิชาและเนื้อหารายวิชา ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นหากผู้เรียนยังขาดความรู้หรือทักษะการเรียนทางอินเทอร์เน็ต จะต้องแนะนำให้นักเรียน ฝึกเพิ่มเติมโดยสร้างการเชื่อมโยง(Link) ไปยังเว็บเพจที่เตรียมเอาไว้

การสร้างเว็บเพจประมวลรายวิชาเป็นการสร้างจุดหมายของการเรียนการสอน กรอบเนื้อหารายวิชาให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนรู้เป้าหมายในการเรียน ติดตามการเรียนได้อย่างเข้าใจมากยิ่งขึ้น

4) เว็บไซต์ห้องเรียน(Classroom)

เว็บเพจกลุ่มนี้เป็นห้องเรียนเสมือนจริง เสนอเนื้อหาความรู้แต่ละหน่วยการเรียน ตามแผนการสอนรายสัปดาห์ที่แจ้งไว้ในเว็บเพจประมวลรายวิชา จำนวนเว็บเพจขึ้นอยู่กับเนื้อหารายหน่วย และจำนวนสัปดาห์ที่สอน เนื้อหาเว็บเพจห้องเรียนเป็นชื่อเนื้อหาหน่วยการเรียน อธิบายแนวคิดของเนื้อหาของหน่วยและแสดงสารบัญของเว็บเพจ ระดับย่อยเพื่อเชื่อมโยงไปสู่เว็บเพจในกลุ่มนี้ ให้ผู้เรียนติดตามบทเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนได้

เว็บเพจย่อยและกิจกรรมที่เสนอในเว็บเพจกลุ่มนี้ประกอบด้วย

1. เว็บเพจเนื้อหาความรู้ เนื้อหาประกอบด้วย

1.1 ระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเฉพาะหน่วย

1.2 ทบทวนความรู้เดิมโดยให้อ่านเว็บเพจที่ผู้สอนเขียนขึ้นเอง หรือเชื่อมโยงไปดูเว็บเพจหน่วยที่ผ่านมาเชื่อมโยงให้อ่านเอกสารจากแหล่งอื่น ๆ ในเว็บเพจแหล่งทรัพยากรการเรียนที่เตรียมไว้ และเชื่อมโยงไปยังเว็บเรียนเสริมเพื่อปรับพื้นฐานตามความจำเป็น

1.3 เสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ทางเว็บเพจที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้

2. เว็บเพจกิจกรรม เสนอกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อชี้แนะการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้นได้

2.1 การเชื่อมโยงไปสืบค้นข้อมูลข่าวสารทางเวิลด์ไวด์เว็บ และแหล่งข้อมูลโกเฟอร์(Gopher)

2.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนถามปัญหาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

2.3 กระตุ้นให้ผู้เรียนสนทนากับอาจารย์ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญด้วยการบริการ

2.4 การเชื่อมโยงไป เพื่อถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล สำหรับนำมาศึกษาด้วยตนเอง เช่น แฟ้มข้อมูลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI)

2.5 การเชื่อมโยงไปค้นคว้าแหล่งข้อมูล เช่น ห้องสมุด ศูนย์ข้อมูล สิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์

2.6 การแนะนำให้ทำแบบฝึกหัดและประเมินผลด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจแบบฝึกหัด ในส่วนที่เป็นแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัดที่ฝึกด้วยตนเอง

2.7 การตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบและการทดสอบความรู้ย่อย โดยเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจแบบทดสอบ ผู้เรียนตอบคำถามและส่งมาให้ผู้สอนทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และผู้สอนให้ข้อมูลป้อนกลับไปทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และทางเว็บเพจประวัติส่วนตัวของนักศึกษา

3. เว็บเพจอภิปราย เป็นเว็บเพจหลักที่ใช้ในการเรียนแบบร่วมมือ การทำงานกลุ่ม อำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น ของกลุ่มนักศึกษา และอาจารย์ ทั้งนี้ผู้สอนควรตั้งกลุ่มอภิปรายขึ้นมาเฉพาะวิชา และสถาบันการศึกษาจะต้องมีความพร้อมในด้านโปรแกรม อุปกรณ์ และเนื้อที่สำหรับจัดเก็บข้อมูล อย่างไรก็ตาม ถ้าหากผู้สอนไม่พร้อมในการจัดตั้งกลุ่มอภิปรายเฉพาะวิชา ก็ควรเชื่อมโยงไปร่วมกลุ่มอภิปราย สนทนาทางวิชาการ หรืออ่านข่าว(Usenet Newgroup, Buletin Board) ที่มีให้บริการอยู่แล้วในสถาบันต่าง ๆ ทางอินเทอร์เน็ต

4. เว็บเพจตอบปัญหา ในเว็บเพจกิจกรรม อาจารย์จะกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งปัญหาส่งมาถึงผู้สอนทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านเว็บเพจกิจกรรม และอาจารย์ตอบปัญหาทางเว็บเพจตอบปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนอื่น ๆ ได้อ่านด้วย โดยจัดเป็นคอลัมน์ตอบปัญหา เรียกว่า Q&A (Questions and Answers) และคอลัมน์ตอบปัญหาที่มีผู้ถามบ่อย ๆ เรียกว่า FAQ (Frequently Asked Questions)

5. เว็บเพจผลงานนักศึกษา เป็นเว็บเพจนำเสนอผลงานของนักศึกษา โดยนักศึกษาสรุปผลงานรายบุคคล และผลงานกลุ่ม แล้วสร้างเว็บไซต์เสนอผลงานของตน ซึ่งจะถูกเชื่อมโยงเข้ามาในเว็บเพจผลงานนักศึกษา ในเว็บไซต์ห้องเรียนเสมือน เพื่อให้นักศึกษาทุกคนได้อ่าน และสามารถส่งข้อคิดให้ข้อมูลป้อนกลับไปยังเจ้าของผลงานทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจัดเตรียมไว้ในเว็บเพจผลงานนักศึกษา ในขณะเดียวกันผู้สอนตรวจงานเว็บไซต์ผลงาน ก็ให้ข้อมูลป้อนกลับ แสดงความคิดเห็นให้ความรู้เพิ่มเติมในเว็บเพจผลงานนักศึกษา

6. เว็บเพจสรุปบทเรียน เสนอเนื้อหาสรุปประจำหน่วย ทบทวนความรู้เพื่อให้จดจำ และการนำไปประยุกต์ใช้ และแนะนำกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น เป็นการถ่ายโอนความรู้ให้ผู้เรียน เชื่อมโยงกับการเรียนหรือการทำงานในสถานการณ์ใหม่ต่อไป

7. เว็บเพจเรียนเสริม เสนอเนื้อหาความรู้ปรับพื้นฐานความรู้ หรือเสนอความรู้เพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการเรียนหน่วยใหม่ การสร้างเว็บเพจห้องเรียนและเว็บเพจย่อย ๆ

5) เว็บเพจทรัพยากรการเรียน(Learning Resources)

เป็นเว็บเพจที่เสนอแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ บทความ ข่าวสาร รายชื่อหนังสือ บทความวารสาร สิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ วีดิทัศน์ แฟ้มข้อมูล ห้องสมุด รวมทั้งเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในวิชานั้น ๆ พร้อมทั้งสร้างการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อนั้นด้วย ทั้งนี้อาจารย์จะต้องคัดเลือกให้ตรงกับเนื้อหาวิชาให้มากที่สุด

เว็บเพจทรัพยากรการเรียน ถ้าหากมีข้อมูลมากอาจแบ่งเป็นเว็บเพจย่อย ๆ ตามประเภทของแหล่งข้อมูล ได้แก่

1. เว็บเพจ เว็บไซต์เวิลด์ไวด์เว็บ แสดงเว็บไซต์ที่เสนอทางเวิลด์ไวด์เว็บ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการเรียนรายวิชา

2. เว็บเพจแหล่งข้อมูลโกเฟอร์ แสดงรายการแหล่งข้อมูลสำหรับสืบค้นด้วยระบบโกเฟอร์

3. เว็บเพจถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล เสนอรายการแฟ้มข้อมูล และแหล่งบริการแฟ้มข้อมูลสำหรับการถ่ายโอนมาศึกษาด้วยตนเอง เช่น แฟ้มรายงานการศึกษา แฟ้มบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. เว็บเพจห้องสมุดเสมือน เสนอรายชื่อห้องสมุด ศูนย์ข้อมูล และสถาบันที่จัดบริการข้อมูลสาธารณะที่นักศึกษาสามารถเข้าไปใช้ได้แม้จะอยู่ห่างไกล(Remote Access) ด้วยโปรแกรมต่าง ๆ เช่น Telnet, Hypernet, WAIS. เป็น นอกจากนี้ เว็บเพจนี้ยังเสนอบทความ หนังสืออ้างอิง สิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ สื่อวีดิทัศน์ และสื่อการศึกษาประเภทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรายวิชา และ สร้างการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้ผู้เรียนนำมาศึกษาในเว็บเพจได้ทันทีที่ต้องการ การสร้างเว็บเพจทรัพยากรการเรียน เป็นการสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยการค้นพบ โดยจัดประสบการณ์ที่ท้าทายปัญญาของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ค้นพบ และเรียนรู้ซึ่งเป็นการเสริมแรงภายใน ที่จะทำให้ผู้เรียนใฝ่หาความรู้ไปตลอดชีวิต

6) เว็บเพจประเมินผล

เป็นเว็บเพจที่จัดการเกี่ยวกับแบบฝึกหัด การทดสอบความรู้ และการประเมินการสอน ดังนี้

1. เว็บเพจแบบฝึกหัด ซึ่งผู้เรียนฝึกทำด้วยตนเอง และมีคำตอบให้ผู้เรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง การส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินสิ่งที่เรียนด้วนตนเอง จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดอิสระเป็นตัวของตัวเอง มีความเชื่อมั่นในตนเอง และมีความคิดสร้างสรรค์

2. เว็บเพจแบบทดสอบสำหรับทดสอบความรู้ย่อย ผู้เรียนทำข้อสอบทางเว็บเพจและส่งคำตอบถึงอาจารย์ทางอินเทอร์เน็ต ผลการทดสอบใช้สำหรับติดตามผลการเรียนทางอินเทอร์เน็ต โดยเก็บผลการเรียนไว้ในประวัติส่วนตัวของผู้เรียนในเว็บเพจ ประวัติส่วนตัวของนักศึกษา ส่วนการประเมินผลรวบยอดหรือการสอบกลางภาคและปลายภาค ควรทำในห้องเรียน เพื่อป้องกันการช่วยเหลือกันระหว่างผู้เรียน

3. เว็บเพจประเมินการสอน เป็นแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน ที่มีต่อการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต ปัญหาการเรียนและประเมินวิธีการสอนของอาจารย์เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับแก้ไขปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนตอบคำถามในเว็บเพจนี้ แล้วส่งให้ผู้สอนทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

7) เว็บเพจประวัติ(Profile)

เป็นเว็บเพจที่แสดงประวัติบุคคล 3 กลุ่ม คือ ผู้สอน ผู้สนับสนุน และนักศึกษา

1. ประวัติอาจารย์ผู้สอน แสดงตำแหน่ง วุฒิการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงาน การสอน กิจกรรมหรือความรับผิดชอบที่ทำอยู่ในปัจจุบัน ผลงานทางวิชาการ ความรู้ ความเชี่ยวชาญ และความสามารถพิเศษ และที่สำคัญคือสถานที่ทำงาน โทรศัพท์ วันเวลาว่างที่ติดต่อได้ที่ห้องทำงาน และติดต่อทางอินเทอร์เน็ต สถานที่อยู่ และชื่อไปรษณีอิเล็กทรอนิกส์(E-mail Address)

2. ผู้สนับสนุน ประกอบด้วย

2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเปรียบเสมือนกับวิทยากรที่เชิญมาร่วมให้ความรู้ทางอินเทอร์เน็ตในวิชานี้ ซึ่งอาจเป็นวิทยากรจากต่างประเทศ ที่สนใจก็ได้ ควรแสดงประวิติในเว็บเพจด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจะช่วยในการตอบปัญหาทางวิชาการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการอภิปรายกลุ่ม การสนทนาและการให้ความรู้

2.2 ผู้ช่วยสอน ทำหน้าที่ช่วยหาข้อมูลประกอบการสอน ค้นหาแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ ช่วยสร้างเว็บเพจ ประสานงาน ติดตามงานจากนักศึกษา ตรวจงานนักศึกษา และช่วยหาคำตอบเท่าที่ทำได้ แต่จะไม่ทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนหรือให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักศึกษา

2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเว็บไซต์ และโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต เป็นผู้ให้ความช่วยเหลืออาจารย์ผู้สอนในการสร้างเว็บเพจ และแนะนำการใช้โปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต ให้กับนักเรียน ช่วยแก้ปัญหา ตอบคำถามด้านการใช้โปรแกรมแก่นักศึกษา และอาจารย์

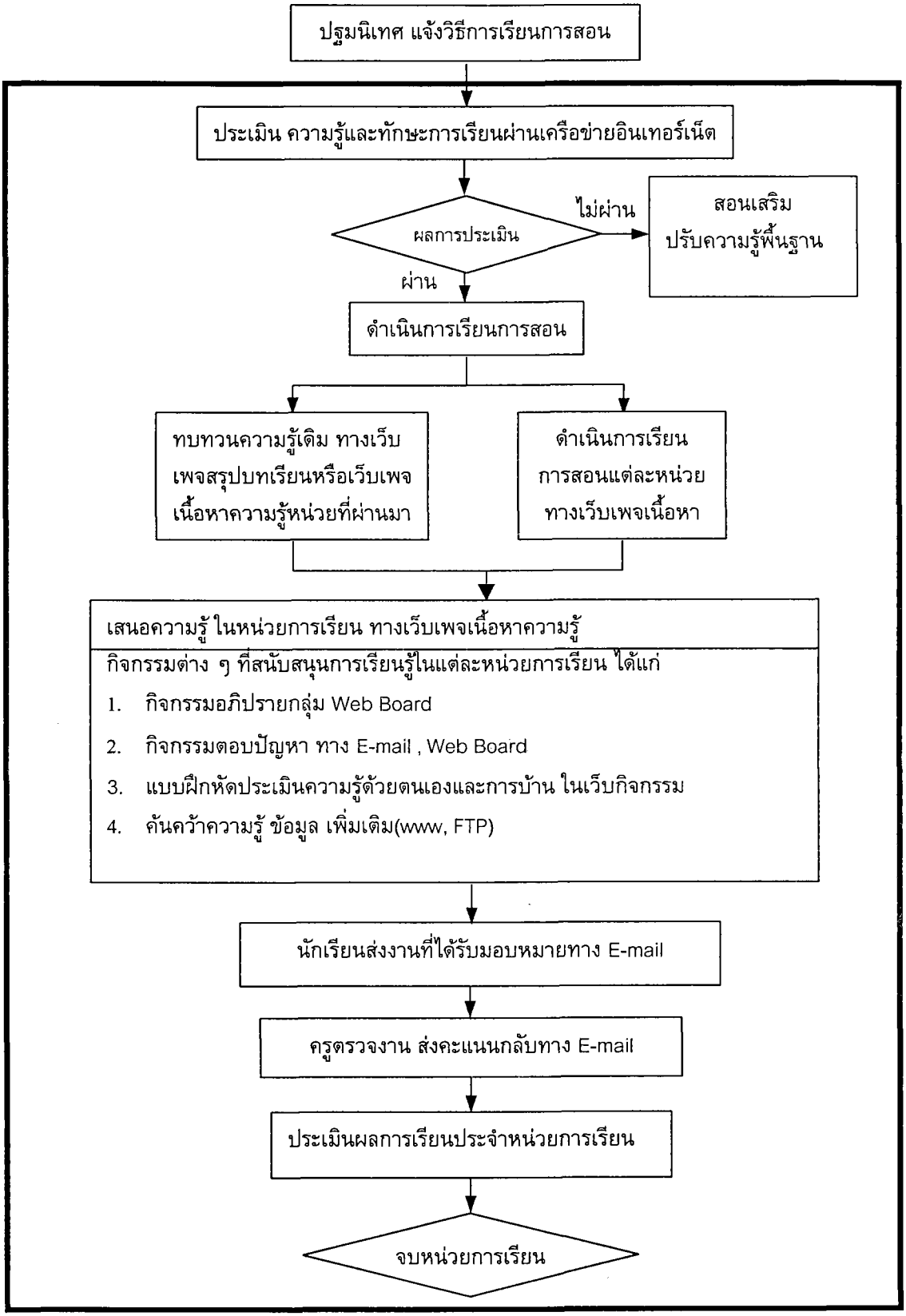
2.4 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอุปกรณ์เครือข่าย จะเป็นผู้ให้การสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เอื้ออำนวยประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต จึงเป็นบุคคลสำคัญที่นักศึกษาควรรู้จัก และเมื่อมีปัญหาทางด้านอุปกรณ์ ก็สามารถขอความช่วยเหลือได้

3. ประวัตินักศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

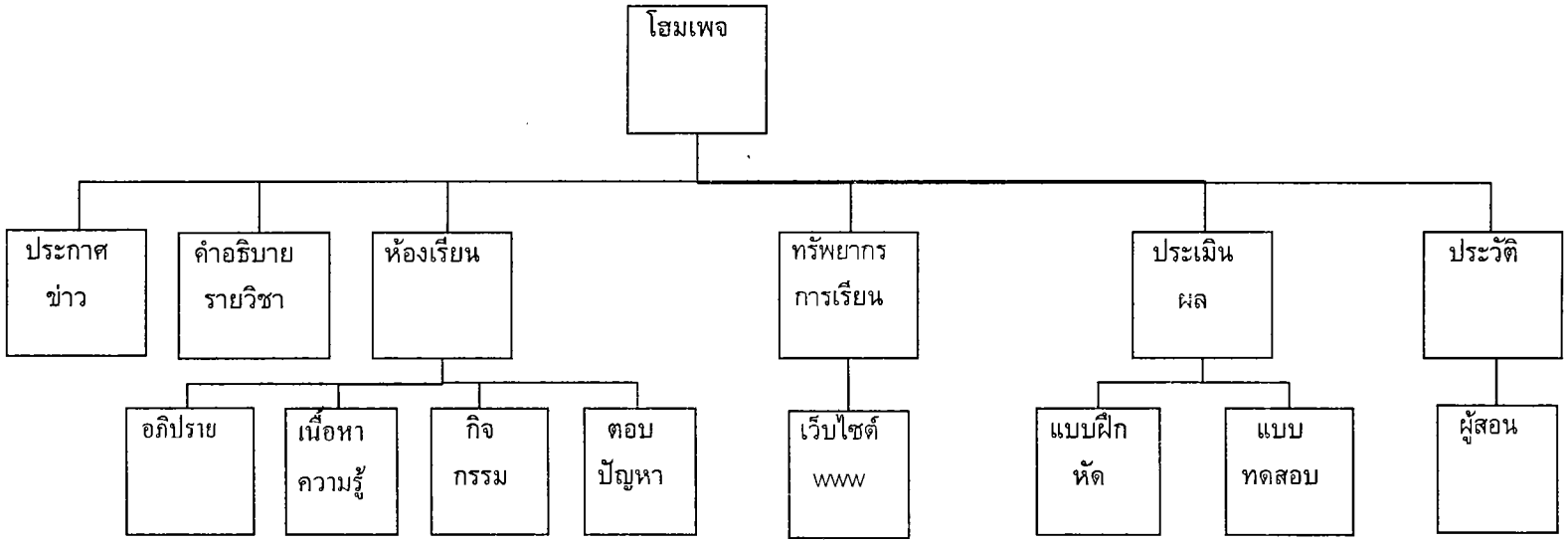
3.1 ส่วนที่แสดงให้นักศึกษาอื่นอ่านได้ ได้แก่ สาขาวิชา โปรแกรมการศึกษา ชั้นปี กิจกรรมที่ทำอยู่ ผลงานดีเด่น ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ ความสนใจ เวลาว่างที่สามารถติดต่อได้ทางอินเทอร์เน็ต สถานที่อยู่ โทรศัพท์ และชื่อไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์(E-mail Address)

3.2 ประวัติส่วนที่สอง เป็นข้อมูลลับเฉพาะนักศึกษาแต่ละคน จะต้องใช้รหัสผ่านจึงอ่านได้ ได้แก่ คะแนนสอบย่อย ข้อมูลป้อนกลับ ที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียน และปรับปรุงพฤติกรรมการเรียนและผลการสอบ การออกแบบเว็บเพจกลุ่มนี้ ประกอบด้วยเว็บเพจประวัติอาจารย์ เว็บเพจประวัติผู้สนับสนุน และเว็บเพจนักศึกษา จำนวนเว็บเพจกลุ่มนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนอาจารย์ ผู้สนับสนุน และจำนวน นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดของ บุญเรือง เนียมหอม(2540 : 144-156) มาเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะใช้เว็บไซต์ที่เป็นสื่อหรือตัวกลางระหว่างผู้สอนกับนักเรียน จำลองกิจกรรมการเรียนรู้จากในห้องเรียนจริงให้อยู่ในสภาพห้องเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้ดัดแปลงกระบวนการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและโครงสร้างเว็บไซต์ห้องเรียนเสมือน ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับชั้นของผู้เรียน ดังภาพประกอบ 4 และ 5



ภาพประกอบ 4 รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ผ่านอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ในแต่ละหน่วยการเรียน



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างเว็บไซต์ กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

2. สาระการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ในการวิจัยครั้ง นี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยยึดกรอบของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับช่วงชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้เชื่อมโยงระหว่างสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้แก่ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร(ในส่วนของเรื่องโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาค) สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่(ในส่วนของเรื่องแรงนิวเคลียร์) และ สาระที่ 5 พลังงาน(ในส่วนของเรื่องปฏิกิริยานิวเคลียร์, การเกิดกัมมันตภาพรังสี และเรื่องประโยชน์และโทษจากพลังงานนิวเคลียร์และกัมมันตภาพรังสี) สรุปสาระการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ได้ดังนี้

วิชาฟิสิกส์นิวเคลียร์(Nuclear Physics) เป็นเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติและพฤติกรรมต่างๆ ของนิวเคลียส และผลของกระบวนการต่างของนิวเคลียส

2.1 คุณสมบัติทั่วไปของนิวเคลียส

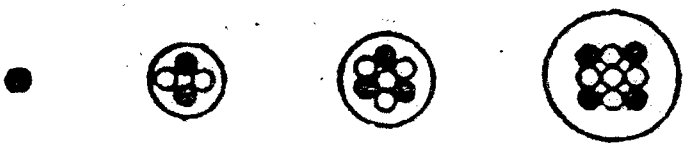
อุไรวรรณ จุณภาต(2534 : 1 – 5) และ ปฐม แหยมเกต, สุรศักดิ์ พงศ์พันธุ์สุข และ สุกัญญา จันทรมงคล (2544 : 3) ได้สรุปคุณสมบัติทั่วไปของนิวเคลียสไว้ ดังนี้

1. นิวเคลียส(Nucleus) คือ ส่วนที่เป็นแก่นหรือแกนกลางของอะตอมของธาตุต่าง ๆ นิวเคลียสประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและนิวตรอน ยึดอยู่ด้วยแรงนิวเคลียร์(Nuclear Force) มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก

2. มวลนิวเคลียส(Nuclear Mass) หมายถึงมวลของสิ่งที่มีอยู่ในนิวเคลียส คือมวลของนิวตรอนและโปรตอนที่ยึดรวมกันอยู่ภายในนิวเคลียส

3. ประจุนิวเคลียส(Nuclear Charge) หมายถึง จำนวนหน่วยของประจุบวกที่นิวเคลียสมีอยู่ มีค่าเท่ากับจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสนั้น จำนวนประจุของนิวเคลียส แทนได้ด้วยเลขอะตอม Z เช่น นิวเคลียสของไฮโดรเจน(มีโปรตอนตัวเดียว) จะมีประจุบวกเพียง 1 หน่วย คือ Z = 1 อะตอมที่เป็นกลาง มีจำนวนอิเล็กตรอนวนอยู่รอบนิวเคลียสเท่ากับจำนวนประจุบวกในนิวเคลียส ประจุของนิวเคลียสที่มีเลขอะตอม Z มีค่าเท่ากับ +Ze เมื่อ e คือค่าของประจุ 1 หน่วย มีค่าเท่ากับ $1.6.21 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์ หรือ 4.80298×10^{-10} หน่วย ไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Unit = esu.)

4. เลขนิวตรอน(Neutron Number) หมายถึง จำนวนนิวตรอนที่มีอยู่ในนิวเคลียส นิวเคลียสที่มีเลขมวล A เลขโปรตอน Z จะมีโปรตอน(A-Z) ดังแสดงในภาพประกอบ 6



H	He	Li	Be
A=1	A=4	A=7	A=9
Z=1	Z=2	Z=3	Z=4
A−Z=0	A−Z=2	A−Z=4	A−Z=5

ภาพประกอบ 6 ส่วนประกอบของนิวเคลียส
ที่มา : อุไรวรรณ จุณภาต. (2534 : 4)

5. รัศมีนิวเคลียส(Nuclear Radius) รัศมีของนิวเคลียส คำนวณได้จากการสังเกตการกระเจิงของอนุภาคแอลฟาเป็นมุมที่มีค่าสูงสุด โดยใช้นิวคลีไอที่เป็นเป้าต่าง ๆ กัน จากการทดลองของรัทเธอร์ฟอร์ด โดยใช้แผ่นทองบาง ๆ พบว่าการกระเจิงของอนุภาคจะลดลงเมื่อมุมที่เบนออกมีค่าสูงขึ้น โดยการวัดมุมที่มีค่าสูงสุดที่อนุภาคกระเจิงออกมา พบว่า ระยะทางที่อนุภาคเข้าไปใกล้ที่สุดระหว่างจุดศูนย์กลางของนิวเคลียส และอนุภาคแอลฟาที่คำนวณได้ มีขนาดประมาณ 10^{-14} เมตร เป็นผลรวมของรัศมีของนิวเคลียส และอนุภาคแอลฟา โดยคิดว่า นิวเคลียสมีลักษณะเป็นทรงกลม ค่าของรัศมีหาได้จาก

$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$$

เมื่อ R_0 เป็นค่าคงที่ มีค่าเฉลี่ย 1.4×10^{-15} เมตร

สำหรับยูเรเนียม –238 A = 238

$$R = 1.4 \times 10^{-15} \times 238^{1/3}$$

$$= 8.68 \times 10^{-15}$$

จะเห็นว่า รัศมีของนิวเคลียสยูเรเนียม – 238 มีค่าประมาณ 10^{-15} เมตร

6. นิยามศัพท์ทางนิวเคลียร์

ในแขนงวิชานิวเคลียร์มักจะพบคำศัพท์ที่มีความหมายเฉพาะหลายคำเช่น (สุรพงศ์ พิมพ์จันทร์, 2544 : 3 - 4)

นิวไคลด์(Nuclide) เป็นสัญลักษณ์ทางนิวเคลียร์ซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน (Z) ผลรวมของจำนวนโปรตอน กับนิวตรอนในนิวเคลียส(A)

สัญญลักษณ์ของนิวไคลด์ คือ ${}_{Z}X^{A}$ เมื่อ X คือสัญญลักษณ์เคมีของธาตุ

นิวคลีออน(Nucleon) หมายถึงอนุภาคที่อยู่ในนิวเคลียส อาจจะเป็นโปรตอนหรือนิวตรอนก็ได้

ไอโซโทป(Isotope) ได้แก่ นิวไคลด์ที่มีจำนวนเลขอะตอม(Z) เท่ากัน แต่มีเลขมวล(A) ต่างกัน ตัวอย่างไอโซโทปของไฮโดรเจน (Z = 1) คือ ${}_1H^1$, ${}_1H^2$, ${}_1H^3$

ไอโซบาร์(Isobar) ได้แก่ นิวไคลด์ที่มี A เท่ากันแต่มี Z ต่างกัน ตัวอย่าง ไอโซบาร์ A = 3 คือ ${}_1H^3$, ${}_2H^3$

ไอโซโทน(Isotone) ได้แก่นิวไคลด์ที่มีจำนวน นิวตรอน เท่ากัน แต่มี Z และ A ต่างกัน ตัวอย่างของไอโซโทนที่มี นิวตรอนเท่ากับ 2 คือ ${}_1H^3$ และ ${}_2H^4$

ไอโซเมอร์(Isomer) ได้แก่ นิวไคลด์ที่มี A และ Z เท่ากันแต่มีระดับพลังงานและครึ่งชีวิตไม่เท่ากัน เช่น Sb^{124m} (มีครึ่งชีวิต 60 วัน), Sb^{124m1} (มีครึ่งชีวิต 1.5 นาที)

2.2 กัมมันตภาพรังสี กัมมันตรังสี และรังสี

ปฐม แหยมเกต, สุรศักดิ์ พงศ์พันธุ์สุข และสุกัญญา จันทรมงคล (2544 : 5) ได้กล่าวถึงความหมายของ กัมมันตภาพรังสี กัมมันตรังสี และรังสี ไว้ดังนี้

1. กัมมันตภาพรังสี(Radioactivity)

เป็นปรากฏการณ์การสลายตัวที่เกิดขึ้นเองของนิวเคลียสของอะตอมที่ไม่เสถียร ตามปกติแล้วการที่อะตอมสลายตัวมักมีการแผ่รังสีติดตามมาด้วย เช่น รังสีแอลฟา บีตา และแกมมา เป็นต้น โดยทั่วไปมักเรียกสั้น ๆ ว่า “กัมมันตภาพ” หรือ “ความแรงรังสี” (Activity) กัมมันตภาพหรือความแรงรังสีนี้มีหน่วยวัดเป็น

เบคเคอเรล(Becquerel) โดยที่ 1 เบคเคอเรล เท่ากับ การสลายตัวของสารรังสี 1 อะตอมในหนึ่งวินาที (Disintegration /Second) ผู้ค้นพบปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสี คือ อองรี เบคเคอเรล ชาวฝรั่งเศส ซึ่งได้ค้นพบเมื่อปี พ.ศ. 2439

2. กัมมันตรังสี(Radioactive)

กัมมันตรังสีเป็นคำคุณศัพท์เพื่อขยายคำนาม หมายถึง เกี่ยวข้องกับการแผ่รังสี ตัวอย่างเช่น

- สารกัมมันตรังสี(Radioactive Substance) หมายถึง วัสดุที่สามารถแผ่รังสีได้ด้วยตนเอง
- กากกัมมันตรังสี(Radioactive Waste) หมายถึง ขยะหรือของเสียที่เจือปนด้วยสารกัมมันตรังสี เป็นต้น

3. รังสี(Radiation)

หมายถึง พลังงานที่แผ่กระจายจากต้นกำเนิด ออกไปในอากาศหรือตัวกลางใด ๆ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีความร้อน รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา ฯลฯ และรวมไปถึงกระแสอนุภาคที่มีความเร็วสูงด้วย อาทิเช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีนิวตรอน

4. แหล่งกำเนิดของรังสี

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(ม.ป.ป. : 7) กล่าวว่า รังสีเกิดขึ้นจาก 2 แหล่งกำเนิดใหญ่ ๆ ดังนี้

1. รังสีจากธรรมชาติ เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดรังสีมากที่สุด อาทิเช่น
   - รังสีคอสมิก จากนอกโลก
   - รังสีที่เกิดจากธาตุกัมมันตรังสีบนพื้นโลก ได้แก่ ยูเรเนียม โปแตสเซียม ธอเรียม ที่มีอยู่ในดิน หินและน้ำ
   - รังสีจากวัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐ หิน ปูน
   - รังสีจากอาหารที่เรารับประทาน
   - รังสีจากร่างกายของเรา ได้แก่ คาร์บอน –14 และโปแตสเซียม -40
2. รังสีที่มาจากการกระทำของมนุษย์มีหลายรูปแบบ อาทิเช่น
   - รังสีเอกซ์จากเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ที่ใช้ในทางการแพทย์ ทางทันตกรรม และทางอุตสาหกรรม
   - การใช้ไอโซโทปรังสีเพื่อการวินิจฉัยและบำบัดโรค
   - ฝุ่นกัมมันตรังสรีจากการทดลองอาวุธนิวเคลียร์
   - รังสีจากสินค้าอุปโภค – บริโภคบางชนิด เช่น เครื่องรับโทรทัศน์ ก๊าซหุงต้ม จอคอมพิวเตอร์
   - รังสีจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์
   - การใช้สารรังสีในอุตสาหกรรมและกิจกรรมอื่น ๆ

5. ประเภทของรังสี

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(ม.ป.ป. : 3-4) กล่าวว่า อาจจำแนกรังสีตามคุณสมบัติทางกายภาพได้ เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. รังสีที่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุในตัวกลางที่รังสีเคลื่อนที่ผ่าน
2. รังสีที่ไม่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุในตัวกลางที่รังสีเคลื่อนที่ผ่าน

5.1 รังสีที่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุ

รังสีที่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุ เป็นรังสีที่มีพลังงานสูง เช่น รังสีคอสมิก รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ รังสีบีตา และรังสีแอลฟา รังสีเหล่านี้เมื่อวิ่งชนอะตอมซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสสารจะทำให้อิเล็กตรอนของธาตุนั้นหลุดออกจากอะตอม หรือโมเลกุลกลายเป็นอิออนบวก ผลจากการแตกตัวเป็นอิออนของอะตอมหรือโมเลกุลอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์ได้ ถ้าเกิดขึ้นกับเซลล์ของสิ่งที่มีชีวิตอาจจะส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา ตามปริมาณและชนิดของรังสีที่ได้รับ

5.2 รังสีที่ไม่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุ

รังสีประเภทนี้ ได้แก่ คลื่นวิทยุและโทรทัศน์ คลื่นไมโครเวฟ คลื่นความร้อน(อินฟราเรด) แสงที่มองเห็นได้และรังสีอุลตราไวโอเลตในแสงแดด เป็นต้น ในชีวิตประจำวันของเรา เราได้รับประโยชน์จากรังสีประเภทนี้มากมาย เช่น คลื่นวิทยุและโทรทัศน์ ซึ่งใช้ส่งข่าวสารและรายการบันเทิง ไมโครเวฟที่ใช้ประกอบอาหาร แสงสว่างจากหลอดไฟและแสงแดดจากดวงอาทิตย์ เป็นต้น

6. คุณสมบัติของรังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) (2540 :173-175) ; ปฐม แหยมเกต, สุรศักดิ์ พงศ์พันธุ์สุข และ สุกัญญา จันทรมงคล (2544 : 6) และ ปฐม แหยมเกต, มณฑา ปุณณชัยยะ และ กรรณิการ์ แดนลาดแก้ว (2544 : 2) ได้สรุป คุณสมบัติของรังสีที่แผ่ออกมาในขบวนการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีหรือไอโซโทปรังสี ไว้ดังนี้

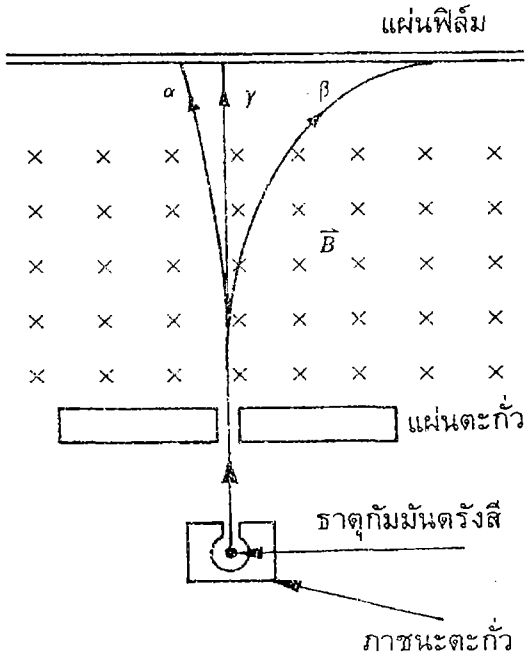
6.1 รังสีแอลฟา(α) หมายถึง รังสีที่ประกอบด้วยอนุภาคแอฟา ที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียสใด ๆ มีอำนาจก่อให้เกิดการแตกตัวได้ดี แต่มีความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุน้อยมาก จะถูกกั้นได้ด้วยแผ่นกระดาษ หรือเพียงแค่ผิวหนังชั้นนอกของคนเราเท่านั้น อนุภาคแอลฟา 1 อนุภาค ก็คือนิวเคลียสของธาตุฮีเลียม ซึ่งประกอบด้วยโปรตอน 2 อนุภาค และนิวตรอน 2 อนุภาค และมีประจุไฟฟ้า +2 หน่วย มีมวล 4 amu. เมื่อเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กจะมีความโค้งของแนวการเคลื่อนที่น้อย

6.2 รังสีบีตา(β) หมายถึง รังสีที่ประกอบด้วยอนุภาคอิเล็กตรอน หรือโพซิตรอน ที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียสใด ๆ มีอำนาจก่อให้เกิดการแตกตัวน้อยกว่ารังสีแอลฟา แต่สามารถทะลุทะลวงได้ดีกว่า สามารถทะลุผ่านน้ำที่ลึกประมาณ 1 นิ้ว หรือประมาณความหนาของผิวเนื้อฝ่ามือ รังสีบีตาจะถูกกั้นได้โดยใช้แผ่นอะลูมิเนียมชนิดบาง ตามปกติในนิวเคลียสไม่มีอิเล็กตรอน แต่เมื่อเกิดการแตกตัวของนิวตรอน จะเกิดเป็นอนุภาคโปรตอนและมีอิเล็กตรอน ซึ่งอิเล็กตรอนนี้เรียกว่า อนุภาคบีตา เมื่อเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กจะมีความโค้งของแนวการเคลื่อนที่มากและเบนในทิศตรงข้ามกับรังสีแอลฟา

6.3 รังสีแกมมา(γ) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก มีพลังงานสูง มีจุดกำเนิดจากนิวเคลียส มีอำนาจทำให้เกิดการแตกตัวน้อยมาก แต่มีความสามารถทะลุทะลวงสูง มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับรังสีเอกซ์ที่สามารถทะลุผ่านร่างกายได้ การกำบังรังสีแกมมาต้องใช้วัสดุที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ตะกั่ว หรือยูเรเนียมเป็นต้น เมื่อเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กแนวการเคลื่อนที่ไม่เปลี่ยนแปลง

6.4 รังสีเอกซ์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมากเช่นกัน มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับรังสีแกมมา แต่มิได้มาจากนิวเคลียสแต่มีจุดกำเนิดจากชั้นของอิเล็กตรอนของอะตอมใด ๆ เช่น เกิดจากการยิงอิเล็กตรอนที่มีความเร็วสูงไปถูกเป้าที่ทำด้วยโลหะดังเช่นที่เกิดในเครื่องเอกซ์เรย์ เป็นต้น

6.5 รังสีนิวตรอน เกิดขึ้นในเครื่องเร่งอนุภาคนิวตรอน หรือในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู โดยในเครื่องดังกล่าวจะผลิตอนุภาคนิวตรอนได้อย่างมากมาย และนิวตรอนที่เกิดเหล่านั้นมีปริมาณมากและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมากด้วย



ภาพประกอบ 7 แนวการเคลื่อนที่ของรังสีทั้ง 3 ชนิดในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก
ที่มา : สสวท. (2540 : 173)

2.3 การสลายของกัมมันตรังสี

1) การสลายของสารกัมมันตรังสี

ในปี พ.ศ. 2445 รัทเทอร์ฟอร์ด และซอดดี ได้ตั้งสมมติฐานเพื่อใช้อธิบายการสลายของธาตุกัมมันตรังสีซึ่งอาจกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้(สสวท., 2540 : 185-197)

ธาตุกัมมันตรังสีจะสลายกลายเป็นธาตุใหม่ด้วยการปล่อยอนุภาคแอลฟา หรืออนุภาคบีตา ธาตุใหม่ที่ได้จากการสลายนี้จะมีสมบัติทางเคมีผิดแผกไปจากธาตุเดิม และธาตุใหม่นี้อาจจะเป็นธาตุกัมมันตรังสีก็ได้

การสลายของธาตุกัมมันตรังสีไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมภายนอกนิวเคลียส เช่น อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น แต่การสลายนี้จะเป็นไปตามหลักกการทางสถิติที่เกี่ยวกับโอกาสและกระบวนการแบบสุ่ม เช่น ถ้ามีธาตุกัมมันตรังสีอยู่จำนวนหนึ่ง เราไม่สามารถบอกได้ว่า นิวเคลียสใดในธาตุนั้นจะสลายก่อนหรือหลัง เรากล่าวได้แต่เพียงว่า ทุกนิวเคลียสมีโอกาสเท่า ๆ กัน ที่จะสลายในช่วงเวลาหนึ่ง และโอกาสเช่นว่านี้จะไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและเวลา นอกจากนี้ อัตราการสลายของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีขณะใดขณะหนึ่งจะแปรผันตรงกับจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีนั้นที่มีอยู่ในขณะนั้น

ถ้าให้ N เป็นจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ขณะเวลา t

ΔN เป็นจำนวนนิวเคลียสที่สลายไปในช่วงเวลาสั้น ๆ Δt นับจากเวลา t

ดังนั้น $\frac{\Delta N}{\Delta t}$ จะหมายถึงจำนวนนิวเคลียสที่สลายไปใน 1 หน่วยเวลา ซึ่งปริมาณนี้ก็คืออัตราการสลายของนิวเคลียส ณ เวลา t นั่นเอง ปริมาณนี้เป็นปริมาณที่แปรผันตรงกับจำนวนของนิวเคลียสที่มีอยู่ในขณะนั้น ดังนั้นจึงอาจเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} \quad N$$

และ
$$\frac{\Delta N}{\Delta t} \quad -\lambda N \qquad \text{.....(1)}$$

โดยที่ λ เป็นค่าคงที่ของการแปรผัน ซึ่งมีค่าขึ้นอยู่กับชนิดของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ค่าคงที่นี้เรียกว่า ค่าคงตัวการสลาย สำหรับเครื่องหมายลบนั้นแสดงถึงการลดลงของจำนวนนิวเคลียส

ถ้าช่วงเวลา Δt มีค่าน้อยมาก($\Delta t \rightarrow 0$) เราสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เขียนสมการ 1 ได้เป็น

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{dN}{dt} = \lambda N \qquad \text{.....(2)}$$

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad \text{.....(3)}$$

เมื่อ N_0 เป็นจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีเริ่มแรกที่พิจารณา($t = 0$)

N เป็นจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป t

e เป็นค่าคงตัวซึ่งเท่ากับ 2.7182818

สมการ 3 นี้เป็นสมการหลักที่ใช้อธิบายการสลายของธาตุกัมมันตรังสี

2) ความแรงของรังสี(Activity)

ความแรงของธาตุกัมมันตรังสี เป็นสัดส่วนกับจำนวนอะตอมที่สลายได้ใน 1 หน่วยเวลา นิยมแทนด้วยสัญญลักษณ์ A

ความแรงของธาตุกัมมันตรังสี จะมากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับจำนวนอะตอมที่มีอยู่ (N)

แทนสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ในสมการ $-\frac{dN}{dt} = \lambda N$

จะได้ $\frac{dN}{dt} = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$

และถ้าให้ A_0 เป็นความแรงของธาตุกัมมันตรังสีขณะเริ่มต้น ($t = 0$)

A เป็นความแรงของธาตุกัมมันตรังสีเมื่อเวลา t ใด ๆ

$$A_0 = \lambda N_0$$

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \qquad \text{..... (4)}$$

สสวท. (2541 : 281)โดยทั่วไปในการพิจารณาว่า รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่ง ๆ มีปริมาณหรือความแรงของรังสีมากน้อยเพียงใด อาจพิจารณาได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีแรก พิจารณาจากอัตราการสลาย หรือที่เรียกว่า กัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสี จำนวนนั้น ธาตุจำนวนหนึ่งที่มีกัมมันตภาพสูง ย่อมให้ปริมาณรังสีมากกว่าธาตุอีกจำนวนหนึ่งที่มีกัมมันตภาพต่ำในช่วงเวลาเดียวกัน

วิธีที่สอง พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมเมื่อได้รับรังสี เช่น ดูว่าเมื่อให้รังสีนั้นผ่านเข้าไปในอากาศ จะทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนมากน้อยเพียงใด วิธีนี้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีที่ธาตุกัมมันตรังสีนั้นแผ่ออกมาโดยตรง จึงนิยมเรียกว่า ขนาดรังสี (Radiation Dose) หน่วยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณรังสีจากธาตุกัมมันตรังสีจึงอาจจำแนกออกเป็นสองหน่วยคือ

3) หน่วยของกัมมันตภาพ(Activity Units)

เบ็กเคอเรล(Bb) เป็นหน่วยมาตรฐาน,านในระบบ เอส ไอ โดย 1 เบ็กเคอรเรลเท่ากับอัตราการสลายของนิวเคลียส 1 ตัวต่อวินาที หรือ 1 Disintegration per Second (dps) หรือ

$$1\ Bq = 1\ s^{-1}$$

คูรี(Ci) เป็นหน่วยแรกที่ใช้วัดกัมมันตภาพ ได้กำหนดไว้ว่า กัมมันตภาพ 1 คูรี คือ กัมมันตภาพของเรเดียม –226 ขณะที่มีมวล 1 กรัม ซึ่งจะเท่ากับ 3.7×10^{10} Bq

$$1\ Ci = 3.7 \times 10^{10}\ Bq$$

รัทเทอร์ฟอร์ด(Rd) เป็นหน่วยวัดกัมมันตภาพอีกหน่วยหนึ่ง ที่ได้กำหนดไว้ว่า

$$1\ Rd = 10^{6}\ Bq$$

ข. หน่วยของขนาดรังสี(Radiation Dose Units)

1. Exposure Dose เป็นหน่วยที่กำหนดขึ้นโดยการวัดปริมาณการแตกตัวเป็นไอออนของอากาศเพื่อได้รับรังสี ได้แก่

เรินต์เกน (R) เป็นหน่วยที่ใช้วัดรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมา ขนาดรังสี 1 เรินต์เกน คือ ปริมาณรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมา ที่สามารถทำให้อากาศแห้งมวล 1 กิโลกรัม ที่ N.T.P. แตกตัวเป็นไอออนมีประจุไฟฟ้า 0.000258 คูลอมบ์

2. Absorbed Dose เป็นหน่วยที่วัดปริมาณรังสีโดยพิจารณาจากปริมาณพลังงานที่รังสีให้แก่วัตถุหรือวัตถุดูดกลืนไว้ ได้แก่

เรพ (Roentgen Equivalent Physical, rep) เป็นหน่วยวัดขนาดรังสีใด ๆ ได้ กำหนดไว้ว่า รังสี 1 เรพ คือ ปริมาณรังสีที่สามารถทำให้เนื้อเยื่อที่มีชีวิต(Biological Tissue) มีพลังงานเพิ่มขึ้นเท่ากันกับเมื่อได้รังสีเอกซ์ปริมาณ 1 เรินต์เกน ซึ่งคิดเทียบได้เป็นพลังงาน 93 เอิร์กต่อกรัม ของเนื้อเยื่อนั้น ปัจจุบันนิยมใช้หน่วย rad แทนหน่วย rep เพราะหน่วย rep มีค่าไม่แน่นอน

แรด(Radiation Absorbed Dose, rad) รังสี 1 แรด คือ ปริมาณรังสีที่ทำให้วัตถุมีพลังงาน 0.01 จูลต่อมวล 1 กิโลกรัมของวัตถุนั้น

3. RBE Dose เป็นหน่วยที่วัดปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับโดยเปรียบเทียบผลทางชีววิทยา (Biological) ที่เกิดขึ้น (RBE Relative Biological Effectiveness) ซึ่งได้แก่

เรม(Roentgen – Equivalent Man,rem) รังสี 1 เรม คือ ปริมาณรังสีใด ๆ ที่สามารถก่อให้เกิดผลทางชีววิทยาต่อร่างกายเทียบเท่ากับเมื่อได้รับรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมา 1 เรินต์เกน

4) ค่าครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี (Half Life = $T_{1/2}$)

ครึ่งชีวิต หมายถึง ช่วงเวลาของการสลายที่มีจำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น นิยมเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $T_{1/2}$ (สสวท., 2540 : 188-191)

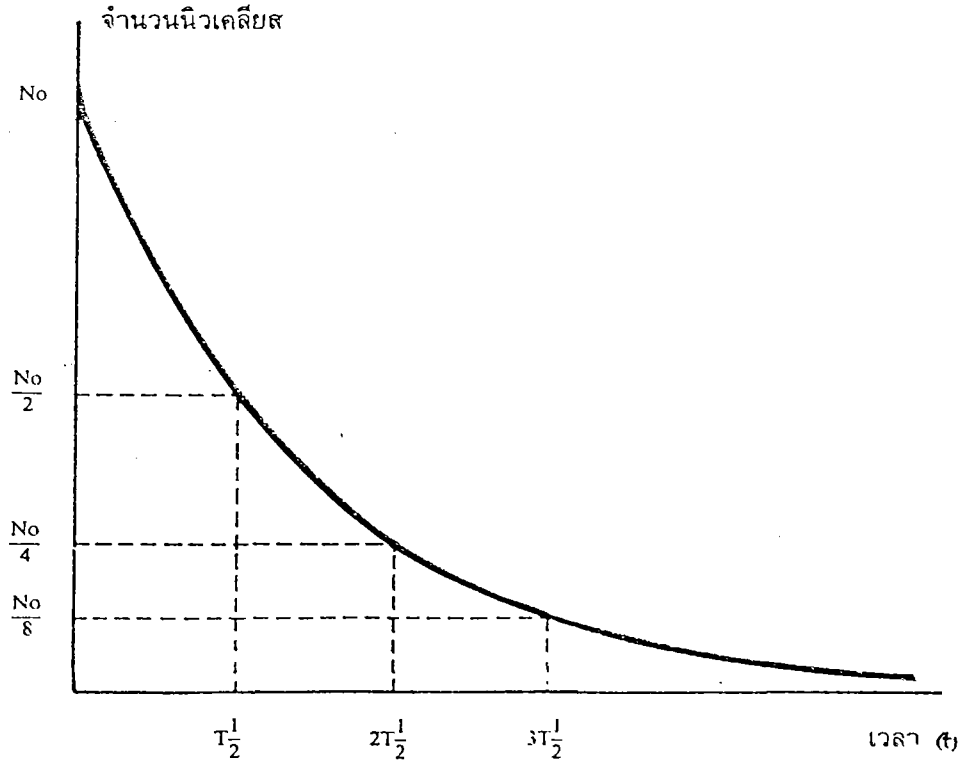
ธาตุกัมมันตรังสี ชนิดหนึ่งจะมีครึ่งชีวิตคงตัวและมีค่าไม่ซ้ำกันกับครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีอื่น ๆ ดังตัวอย่างในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีบางธาตุ

ธาตุกัมมันตรังสี	ครึ่งชีวิต
โซเดียม –24	15 ชั่วโมง
ไอโอดีน –131	8 วัน
ฟอสฟอรัส –32	14 วัน
กำมะถัน –35	87 วัน
โคบอลต์ –60	5.3 ปี
คาร์บอน –14	5570 ปี

ที่มา : สสวท.(2540). หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 6. หน้า 189

จากกราฟดังภาพประกอบ 8 แสดงการลดจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ณ เวลาต่าง ๆ



ภาพประกอบ 8 กราฟการลดจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ณ เวลาต่าง ๆ

ที่มา : สสวท.(2540 : 190)

ในตอนเริ่มต้นมีจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีอยู่ N_0 เมื่อเวลาผ่านไปเท่ากับครึ่งชีวิต จำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีจะลดลงเหลือเพียง $\frac{N_0}{2}$ และถ้าให้เวลาผ่านต่อไปอีกเท่ากับ $T_{1/2}$ นั่นคือ เวลาผ่านไปเป็น $2T_{1/2}$ จากเริ่มต้น จำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีก็จะลดลงอีกครึ่งหนึ่งของจำนวนที่เหลือ กล่าวคือ จะเหลือเพียง $\frac{N_0}{4}$ ในทำนองเดียวกันถ้าเวลาผ่านไปเป็น $3T_{1/2}$, $4T_{1/2}$ จากตอนเริ่มต้นก็จะมีจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีเหลือเป็น $\frac{N_0}{8}$, $\frac{N_0}{16}$ ตามลำดับ นั่นคือถ้าเวลาผ่านไปเป็น จากตอนเริ่มต้นจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีจะเหลืออยู่เท่ากับ $\frac{N_0}{2^n}$ นิวเคลียส

จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ถ้าพิจารณาเมื่อเวลา $t = T_{1/2}$ ขณะนั้นมีจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสี N เท่ากับ $\frac{N_0}{2}$ เมื่อแทนในสมการจะได้

$$e^{-\lambda T_{1/2}} = \frac{1}{2}$$

หรือ $$e^{+\lambda T_{1/2}} = 2$$

จากนิยามของ log จะได้ว่า

$$\lambda T_{1/2} = \ln 2$$

$$= 0.693$$

$$T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \qquad \text{.....(5)}$$

จากสมการ 5 จะเห็นได้ว่า ธาตุกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตมาก จะมีค่าคงตัวการสลายน้อย อาจกล่าวได้ว่า ค่าคงตัวของการสลายบอกถึงโอกาสของการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีใน 1 หน่วยเวลา เช่น ในการที่โพรแทกทิเนียม –234 สลายไปเป็นยูเรเนียม-234 โดยมีครึ่งชีวิต 1.18 นาที ค่าคงตัวของการสลายหาจากสมการ 5 ได้เท่ากับ $\frac{1}{100}$ ต่อวินาที ซึ่งหมายความว่าในเวลา 1 วินาที โอกาสของการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีจะเป็น 1 ใน 100

5) การสลายตัวของกัมมันตรังสีแบบต่าง ๆ

อุไรวรรณ จุณภาต (2534 : 19-23) และ สสวท. (2541 : 273-274) ได้กล่าวถึงการสลายของกัมมันตรังสีแบบต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. การสลายโดยการส่งอนุภาคแอลฟา(Alpha Decay)

เป็นการเปลี่ยนสภาพนิวเคลียสที่ปล่อยอนุภาคแอลฟาออกมาและเกิดนิวเคลียสใหม่ อนุภาคแอลฟาที่เกิดขึ้นก็คือ นิวเคลียสของฮีเลียมมีสัญลักษณ์ $_2He^4$ ดังนั้นนิวเคลียสใหม่จึงมีเลขมวลลดลง 4 และเลขอะตอมลดลง 2 ถ้าให้ X และ Y เป็นนิวเคลียสเดิมและนิวเคลียสใหม่ ตามลำดับ เขียนสมการการสลายให้รังสีแอลฟาได้ดังนี้

$$_zX^A \longrightarrow {}_{z-2}Y^{A-4} + {}_2He^4$$

2. การสลายให้อนุภาคบีตา(Beta Decay) (β^+)

β^+ หรือ โพซิตรอน เป็นอนุภาคที่มีมวลเท่ากับมวลของอิเล็กตรอนแต่มีประจุบวก ที่สลายตัวมาจากนิวเคลียสที่มีโปรตอนมากกว่าปกติ เมื่อสลายตัวจะได้นิวเคลียสใหม่ที่มีเลขอะตอมลดลง 1 มีเลขมวลเท่าเดิม ถ้าให้ X และ Y เป็นนิวเคลียสเดิมและนิวเคลียสใหม่ ตามลำดับ เขียนสมการการสลายให้รังสีแอลฟาได้ดังนี้

$$ {}_{Z}X^{A} \longrightarrow {}_{Z-1}Y^{A} + \beta^{+} $$

3. การสลายให้อนุภาคเบตาเนกาตรอน(β^-)

β^- มีลักษณะหมือนอิเล็กตรอน สลายตัวมาจากนิวเคลียสที่มีนิวตรอนมากกว่าปกติ นิวตรอนจะเปลี่ยนเป็นโปรตอนพร้อมทั้งให้เบตา ออกมาเมื่อสลายตัวแล้วจะได้นิวเคลียสใหม่ ที่มีเลขอะตอมเพิ่มขึ้น 1 มีเลขมวลเท่าเดิม ถ้าให้ X และ Y เป็นนิวเคลียสเดิมและนิวเคลียสใหม่ ตามลำดับ เขียนสมการการสลายให้รังสีแอลฟาได้ดังนี้

$$ {}_{Z}X^{A} \longrightarrow {}_{Z+1}Y^{A} + \beta^{-} $$

4. สลายโดยการจับอิเล็กตรอนชั้นเค(Orbital Electron Capture)

จะเกิดกับนิวเคลียสที่ขาดนิวตรอน หรือมีโปรตรอนมาก จะสลายตัวโดยการจับอิเล็คตรอนชั้น K ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน ทำให้เกิดที่ว่างในเมฆอิเล็กตรอน จึงต้องมีอิเล็กตรอนตัวอื่นเข้ามาแทนที่ จึงเกิดการส่งรังสีเอกซ์ เมื่อสลายตัวแล้วจะได้นิวเคลียสใหม่ที่มีเลขมวลลดลง 1 มีเลขมวลเท่าเดิม ถ้าให้ X และ Y เป็นนิวเคลียสเดิมและนิวเคลียสใหม่ ตามลำดับ เขียนสมการการสลายให้รังสีแอลฟาได้ดังนี้

$$ {}_{Z}X^{A} + {}_{-1}e^{0} \longrightarrow {}_{Z-1}Y^{A} $$

5. การเปลี่ยนแปลงโดยการส่งรังสีแกมมา(Gamma Transition and Isomerism)

เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสที่อยู่ในสภาวะถูกกระตุ้น ซึ่งเกิดจากการสลายโดยการส่งโพซิตอน, และเบตาเนกาตอน หรือการส่งแอลฟา นิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่อยู่ในสภาวะถูกกระตุ้น จึงพยายามทำให้ตัวเองอยู่ในสภาวะเสถียรภาพ โดยการส่งรังสีแกมมาออกมา การส่งรังสีแกมมาเป็นการเปลี่ยนระดับพลังงานภายในนิวเคลียส รังสีแกมมาที่ส่งออกมาไม่มีทั้งมวลและประจุ ทำให้นิวเคลียสใหม่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเลขอะตอมและเลขมวล ถ้าให้ X^* และ Y เป็นนิวเคลียสเดิมที่ถูกกระตุ้นและนิวเคลียสใหม่ตามลำดับ เขียนสมการการสลายให้รังสีแอลฟาได้ดังนี้

$$ {}_{Z}X^{A^*} \longrightarrow {}_{Z}Y^{A} + \gamma $$

2.4 เสถียรภาพของนิวเคลียส

1) คุณสมบัติของแรงนิวเคลียร์

ในปี 1935 นักฟิสิกส์ชาวญี่ปุ่นชื่อ ยูกาว่า (Yukawa) ได้พยายามหาต้นกำเนิดของแรงนิวเคลียร์ พอที่จะสรุปได้ดังนี้(อุไรวรรณ จุณภาต. 2541 : 161)

1. เป็นแรงที่กระทำอยู่ภายในนิวเคลียส มีค่าสูงเมื่อเทียบกับแรงความโน้มถ่วง เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล และแรงกระทำทางไฟฟ้าซึ่งเป็นแรงผลัก มิฉะนั้นแล้วนิวคลีออนคงจะต้องถูกแยกออกจากกัน
2. แรงนิวเคลียร์ควรจะเป็นแรงชนิดดูด กระทำในระยะทางสั้น แต่จะต้องมีแรงซึ่งเป็นแรงผลักกระทำระหว่างอนุภาคโปรตอนด้วย มิฉะนั้นแล้ว นิวคลีออนทั้งหมดคงจะรวมเป็นอนุภาคเดียวกัน
3. แรงนิวเคลียร์มีความแตกต่างกันน้อยมากระหว่างแรงกระทำสำหรับนิวคลีออน n-n, n-p และ ยึดเหนี่ยวสำหรับนิวคลีออนทั้งหมดได้
4. เป็นแรงที่กระทำในระยะทางสั้น แรงนิวเคลียร์จะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อใกล้รัศมีของนิวเคลียส
5. กระทำกับนิวคลีออนที่อยู่ใกล้เคียงกันเท่านั้น
6. เป็นแรงที่มีค่าอิ่มตัว

สรุปได้ว่า แรงนิวเคลียร์เป็นชนิดที่มีความแรงสูง(Strong) กระทำในระยะสั้น(Short Range) และเป็นชนิดอิ่มตัว(Saturated)

2) ลักษณะของนิวเคลียสที่ได้จากคุณสมบัติของแรงนิวเคลียร์

ลักษณะของนิวเคลียสที่ได้มาจากคุณสมบัติของแรงนิวเคลียร์ สรุปได้ดังนี้(อุไรวรรณ จุณภาต. 2541 : 161-162)

1. นิวเคลียสควรมีลักษณะเป็นทรงกลม
2. อนุภาคที่รวมกันอยู่ในนิวเคลียสมีลักษณะไม่ยืดหยุ่น จึงวัดรัศมีได้จาก

$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$$

เมื่อ R_0 เป็นค่าคงที่ มีค่าประมาณ 1.4 เฟอร์มิ และความหนาแน่นของนิวเคลียสมีค่าคงที่

3. มีการแจกแจงประจุอย่างสม่ำเสมอภายในบริเวณใกล้จุดศูนย์กลางของนิวเคลียส

3) พลังงานยึดเหนี่ยว(Binding Energy)

อุไรวรรณ จุณภาต (2541 : 4) ได้ให้ความหมายของพลังงานยึดเหนี่ยวไว้ดังนี้

พลังงานยึดเหนี่ยว หมายถึง พลังงานที่ใช้ยึดนิวคลีออนเข้าด้วยกันเพื่อรวมกันเป็นนิวเคลียส หาได้จาก ค่าแตกต่างระหว่างมวลของทุก ๆ นิวคลีออนในนิวเคลียสและอิเล็กตรอน กับมวลของนิวเคลียสนั้น

ทุกครั้งที่นำมวลของทุก ๆ นิวคลีออน ในนิวเคลียสมารวมกันจะพบว่ามีค่ามากกว่ามวลของนิวเคลียสที่ทดลองได้ เป็นการแสดงว่ามนุษย์ไม่สามารถนำนิวคลีออนมารวมกัน เพื่อให้ยึดกันเป็นนิวเคลียสได นั่นคือ มวลส่วนหนึ่งได้หายไป กลายเป็นพลังงานยึดเหนี่ยวสำหรับอนุภาคในนิวเคลียส เรียก พลังงานยึดเหนี่ยว (Binding Energy = B.E.) มวลที่หายไปเรียกว่า มวลพร่อง(Mass Defect) ใช้สัญลักษณ์คือ Δm พลังยึดเหนี่ยวสำหรับนิวไคลด์ ${}_{Z}X^{A}$ คือ

$$\Delta m = [Zm_H + (A-Z)m_n - M({}_ZX^A)] \quad \text{หน่วยคือ u}$$

เมื่อ m_H แทน มวลอะตอมของไฮโดรเจน(มวลของโปรตอน)

m_n แทน มวลของนิวตรอน

$M({}_ZX^A)$ แทน มวลอะตอมของธาตุ(มวลของนิวเคลียส)

จากการคำนวณจะได้มวลพร่อง ถ้าใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง m และพลังงาน E ไอส์ไตน์ เราจะสามารถหาได้ว่ามวลที่หายไป เทียบกับพลังงาน ΔE เท่าใด

เนื่องจาก พลังงานนิวเคลียร์ มักเกี่ยวข้องกับอนุภาคเล็ก ๆ ที่วิ่งด้วยความเร็วใกล้เคียงกับความเร็วแสง($c = 3 \times 10^8$ m/s) จากทฤษฎีสัมพันธภาพของไอน์สไตน์กล่าวว่า เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแสง สามารถเปลี่ยนมวล(m) ให้เป็นพลังงาน(E) ได้ จากสมการ $E = mc^2$

สำหรับมวลหนัก 1 u มีค่า 1.6605×10^{-27} กิโลกรัม

พลังงานที่เทียบเท่ากับมวล 1 u $= (1.6605 \times 10^{-27}\ \text{kg})(2.9979 \times 10^8\ \text{m/s})^2$

$= 1.4923 \times 10^{-10}$ J

$= 931 \times 10^6$ eV

$= 931.44$ MeV

เพื่อความสะดวกเรามักใช้ค่า 931 MeV เป็นพลังงานเทียบเท่ากับมวล 1 u

หมายเหตุ 1 eV คือ พลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนที่อิเล็กตรอนผ่านความต่างศักย์ 1 โวลท์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-13}

ดังนั้น พลังงานยึดเหนี่ยว(B.E.) $= 931[Zm_H + (A-Z)m_n - M({}_ZX^A)]$ MeV

4) พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน

เมื่อหาค่าพลังงานยึดเหนี่ยวได้แล้ว จะหาค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนได้ โดย การนำจำนวนนิวคลีออนทั้งหมดที่มีอยู่ในนิวเคลียสมาหาร นั่นคือ $\frac{\text{B.E.}}{A}$ เมื่อ A คือจำนวนนิวคลีออนทั้งหมดในนิวเคลียส(อุไรวรรณ จุณภาต, 2541 : 4) เช่น

B.E. ของฮีเลียม = 28.3 MeV

$$\frac{\text{B.E.}}{A} = \frac{\text{B.E.}}{4} = \frac{28.3}{4} = 7.1$$ เอ็มอีวีต่อนิวคลีออน

2.5 ปฏิกิริยานิวเคลียร์

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ คือ กระบวนการที่นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ หรือระดับพลังงาน(สสวท. 2540 : 213)

1) การเขียนปฏิกิริยานิวเคลียร์

สำหรับการชนระหว่างนิวเคลียสกับนิวเคลียสหรือ นิวเคลียสกับอนุภาคนั้น อาจเขียนปฏิกิริยานิวเคลียร์ ได้เป็น(สสวท. 2540 : 214)

$$X + a \longrightarrow Y + b \quad \text{หรือ} \quad X(a, b)\, Y$$

โดยที่ X แทนนิวเคลียสที่ใช้เป็นเป้า

a แทนอนุภาคที่วิ่งเข้ามาชนเป้า

b แทนอนุภาคที่เกิดขึ้นใหม่ภายหลังการชน

Y แทนนิวเคลียสของธาตุใหม่ที่เกิดขึ้นภายหลังการชน

และเรียกปฏิกิริยานี้ว่า ปฏิกิริยา(a, b) ของนิวเคลียส X

สมการของปฏิกิริยานิวเคลียร์ มีลักษณะดังนี้

ผลบวกของเลขอะตอมก่อนและหลังปฏิกิริยาจะต้องเท่ากัน ซึ่งแสดงว่า ประจุไฟฟ้าคงตัว

ผลบวกของเลขมวลก่อนและหลังปฏิกิริยาจะต้องเท่ากันด้วย ซึ่งแสดงว่า จำนวนนิวคลีออน คงตัว

ผลบวกของพลังงานก่อนและหลังปฏิกิริยาต้องเท่ากัน

การทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์นั้น จะต้องใช้พลังงาน อาจจะเป็นพลังงานความร้อน หรือพลังงานจลน์ของอนุภาคเพื่อทำให้อนุภาควิ่งเข้าชนอีกนิวเคลียสหนึ่ง พลังงานที่ได้เมื่อเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์จากการคำนวณเป็นพลังงานสุทธิ(Q) (สสวท. 2541 : 304-305)

2) การคำนวณหาพลังงานสุทธิ(Q) ที่เกิดขึ้น ทำได้ดังนี้

วิธีที่ 1 พิจารณาจากมวลรวมก่อนและหลังปฏิกิริยา

จะได้ Q = (มวลรวมก่อนปฏิกิริยา - มวลรวมหลังปฏิกิริยา) × 931 MeV

วิธีที่ 2 พิจารณาจากพลังยึดเหนี่ยวรวมของนิวเคลียสก่อนและหลังปฏิกิริยา

จะได้ Q = (ผลรวมของพลังงานยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสหลังปฏิกิริยา - ผลรวมของพลังงานยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสก่อนปฏิกิริยา)

Q เป็นลบ แสดงว่า พลังงานที่ใช้เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยา มากกว่าพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาหลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว ดังเช่นปฏิกิริยานิวเคลียร์

$$_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \longrightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}H^{1} + Q$$

เมื่อคำนวณพลังงานแล้วได้ค่า Q = 1.2 MeV

นั่นคือ $_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \longrightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}H^{1} - 1.2$ MeV

หรือ $_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} - 1.2$ MeV $\longrightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}H^{1}$

อธิบายได้ว่า ต้องยิงอนุภาคแอลฟาเข้าชนเป้า $_{7}N^{14}$ มีโปรตอนออกมาซึ่งพลังงานจลน์ของโปรตอนจะน้อยกว่าพลังงานจลน์ของอนุภาคแอลฟา

Q เป็นบวก แสดงว่า ได้มีการปล่อยพลังงานออกมา เช่น

$$_{1}H^{1} + {}_{3}Li^{4} \longrightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{2}He^{4} + 17.3 \text{ MeV}$$

อธิบายได้ว่า พลังงานสุทธิที่ปฏิกิริยานี้ปลดปล่อยออกมามีค่า 17.3 MeV

3) ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน(Fisson Reation)

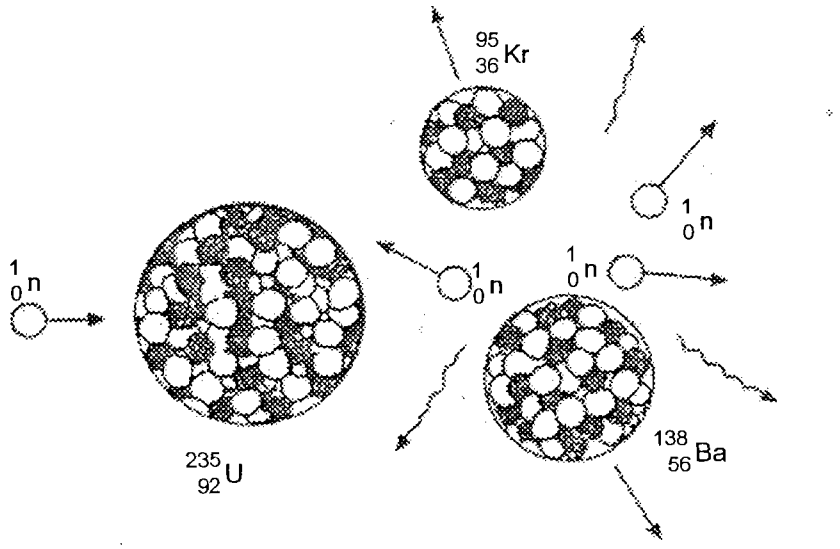
สมพร จองคำ (2544 : 29) กล่าวว่า ฟิชชันเป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ ถูกค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1938 โดย Otto Hahn, Fritz Strassman และ Lisc Meitner ที่เมือง Gottingen ประเทศเยอรมันนี เมื่อยิงไอโซโทป U-235 ด้วยนิวตรอน แล้วเกิดการแตกตัวหรือแยกตัวนิวเคลียสของธาตุยูเรเนียมออกเป็นสองส่วน ซึ่งมีเลขมวลใกล้เคียงกันรวมทั้งมีอนุภาคอื่น ๆ หลุดออกมาด้วย เช่น นิวตรอน เป็นต้น การเกิดฟิชชันที่สำคัญ มีอยู่ 2 แบบ คือ

ก. การแตกตัวเอง (Spontaneous Fission : sf) เกิดจากไอโซโทปของธาตุหนักตั้งแต่หมายเลขอะตอมที่ 90 (ทอเรียม) ขึ้นไปเนื่องจากมีจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสมากกว่า 140 ตัว ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวคลีออนลดลง เป็นเหตุให้เกิดการแตกตัวเองได้ ตัวอย่างเช่น Th-233, U-235, U-238, Pu-236, Cf-252

การแตกตัวเมื่อถูกนิวตรอนชน (Neutron Induced Fission) เกิดจากการยิงนิวเคลียสของธาตุหนักด้วยนิวตรอนช้า (Slow Neutron) ก่อให้เกิดการแตกตัวออกเป็นสองเสี่ยง ตัวอย่างดังแสดงโดยปฏิกิริยานิวเคลียร์และดังภาพประกอบ 9

$$_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{56}Ba^{138} + {}_{36}Kr^{95} + 3({}_{0}n^{1})$$

ธาตุหนักที่แตกตัวได้เรียกว่า Fission Material ที่สำคัญ ได้แก่ U-233, U-235 และ Pu-239



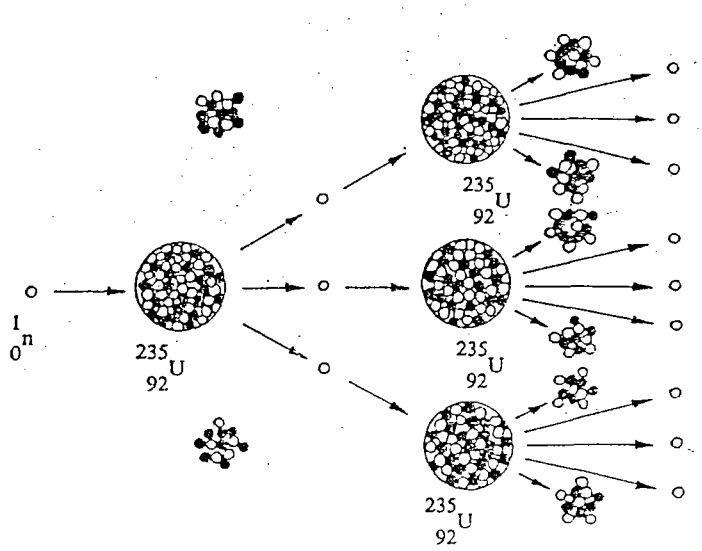
ภาพประกอบ 9 การแตกตัวของนิวเคลียสเมื่อถูกยิงด้วยนิวตรอน
ที่มา : สสวท. (2541 : 307)

ผลผลิตฟิชชัน(Fission Product) คือ นิวเคลียสใหม่ที่แตกออกมาเป็นสอบเสี่ยงจะมีมวลต่างกัน ตามสถิติส่วนใหญ่จะมีเลขมวล ประมาณ 90 และ 140

ฟิชชันนิวตรอน(Fission Neutron) คือ นิวตรอนที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันครั้งหนึ่งออกมา ประมาณ 2-3 ตัว มีพลังงานสูงระหว่าง 1-6 MeV จึงได้ใช้เป็นต้นกำเนิดนิวตรอนเพื่อนำมาใช้งานต่อไป

จากปฏิกิริยาฟิชชัน นิวตรอนอิสระที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับนิวเคลียสของยูเรเนียม-235 ต่อไปเรื่อย ๆ ซึ่งเรียกว่า **ปฏิกิริยาลูกโซ่(Chain Reaction)** ดังภาพประกอบ 10

ในปี พ.ศ. 2485 นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา นำโดย Enrico Fermi ชาวอิตาลีสามารถทำให้ยูเรเนียม เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่สำเร็จเป็นครั้งแรก และสามารถควบคุมปฏิกิริยานั้น ได้ด้วย เครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์กลุ่มนั้นใช้เพื่อควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่ นั้นเรียกว่า **เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู(Reactor)**



ภาพประกอบ 10 การเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่
ที่มา : สสวท. (2540 : 307)

4) ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชัน

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน คือการรวมตัวหรือหลอมตัวเข้าด้วยกันของนิวเคลียสธาตุเบาภายใต้ความกดดัน และอุณหภูมิสูงมากประมาณกว่าร้อยล้านองศาเคลวิน จึงเรียกปฏิกิริยาเช่นนี้ว่า Thermonuclear Fusion (Thermos แปลว่า ความร้อน) และอะตอมหรืออนุภาคใด ๆ ที่อยู่ภายในอุณหภูมิสูงระดับนี้จะดำรงตนอยู่ในสภาวะพลาสมา (Plassma) ซึ่งเป็นสภาวะที่ 4 นอกเหนือจากการเป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ กล่าวโดยย่อว่า พลาสมา คือ สภาวะของอนุภาคหรือก๊าซภายใต้ความกดดันและอุณหภูมิสูง ยกตัวอย่างก๊าซไฮโดรเจนที่อยู่ใจกลางดวงอาทิตย์ จะถูกกดดันให้มีความหนาแน่นสูง ถึง 100 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร พลังงานนิวเคลียร์แบบฟิวชันที่ให้ออกมาจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความหนาแน่น ของตัวกลางและความสามารถในการทำปฏิกิริยานิวเคลียร์(Nuclear Cross-section)

นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามนำเอาดวงอาทิตย์เป็นต้นแบบของพลังงานในอนาคต ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานที่ไม่มีการสิ้นสุด ใจกลางของดวงอาทิตย์มีความร้อนสูงถึง 1.5 $\times$ 10^8 เคลวินและแม้แต่ที่ขอบรอบผิวนอกก็มีความร้อนถึง 6,000 องศาเคลวิน ดวงอาทิตย์มีมวลมหาศาลถึง 6 $\times$ 10^{27} กรัม ส่วนใหญ่ประกอบด้วยก๊าซเบา เช่น ไฮโดรเจน และฮีเลียม พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในดวงอาทิตย์ และคงอยู่นานชั่วกัลปาวสานนั้น เกิดมาจากพลังงานนิวเคลียร์แบบฟิวชันหลาย ๆ ชนิด (สมพร จองคำ. 2544 : 37)

ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่เบาที่สุด ฟิวชันของไฮโดรเจนนั้นเชื่อกันว่าเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์อื่น ๆ บนดวงอาทิตย์นั้น พบว่า ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและฮีเลียมเป็นส่วนใหญ่ กล่าวคือ มวลของธาตุทั้งสองรวมกันเป็น 99% ของมวลของดวงอาทิตย์และมวลของไฮโดรเจนมีอยู่ประมาณ 2 เท่าของมวลฮีเลียม ไฮโดรเจนนี้จะแตกตัวออกเป็นโปรตอน ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิของดวงอาทิตย์สูงมาก โปรตอนเหล่านี้จะหลอมรวมกันโดยโปรตอน 4 ตัว จะหลอมรวมกันได้นิวเคลียสของฮีเลียมพร้อมทั้งปล่อยอนุภาคที่มีมวลเท่ากับอิเล็กตรอนแต่มีประจุไฟฟ้า +1e ซึ่งเรียกว่า โพซิตรอน ออกมา ที่สำคัญคือพลังงานนิวเคลียร์เกิดจากฟิวชันนี้ถึง 26 MeV การเกิดปฏิกิริยา ดังกล่าวนี้มีหลายขั้นตอน แต่อาจเขียนสรุปเป็นสมการได้ดังนี้(สสวท. 2540 : 225)

$$4\ {}_1H^1 \longrightarrow {}_2He^4 + 2\ {}_1e^0 + 26\ MeV$$

พลังงาน 26 MeV คำนวณได้จากมวลที่หายไปในปฏิกิริยา ซึ่งข้อมูลนี้ตรงกับนักวิทยาศาสตร์พบว่ามวลของดวงอาทิตย์นั้นมีการลดลงอย่างช้า ๆ

สำหรับบนโลกเรานั้นฟิวชันของไฮโดรเจนที่ทำให้เกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การหลอมรวมกันของดิวเทอรอนไปเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$${}_1H^2 + {}_1H^2 \longrightarrow {}_1He^3 + {}_1H^1 + 4\ MeV$$

$${}_1H^2 + {}_1H^2 \longrightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1 + 3.3\ MeV$$

ปฏิกิริยาทั้งสองนี้มีโอกาสเกิดเท่า ๆ กัน ในปฏิกิริยาแรกฟิวชันของดิวเทอรอน(${}_1H^2$) 2 ตัว จะให้ทริทอน(${}_1He^3$) ส่วนในปฏิกิริยาที่สองจะได้ฮีเลียม-3(${}_2He^3$) เมื่อดิวเทอรอนวิ่งเข้าชนทริทอนที่เกิดจากปฏิกิริยาแรกก็จะเกิดฟิวชันได้เป็นนิวเคลียของฮีเลียมดังสมการต่อไปนี้

$${}_1H^3 + {}_1H^2 \longrightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + 17.6\ MeV$$

$${}_2He^4 + {}_1H^2 \longrightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1 + 18.3\ MeV$$

ฟิวชันของดิวเทอรอนกับทรทอนนั้นเกิดขึ้นเร็วมาก พลังงานรวมที่ได้จากฟิวชันของดิวเทอรอน 6 ตัว จากปฏิกิริยาทั้งสี่ ข้างต้น จะเป็น 43.2 MeV หรือเท่ากับ 21.6 MeV ต่อการรวมเป็นหนึ่งนิวเคลียสของฮีเลียม-4

ฟิวชันที่นักวิทยาศาสตร์ทดลองได้จากการนำดิวเทอรอนมาหลอมรวมเป็นฮีเลียม โดยพลังงานที่ได้จากการรวมกันของ 5 ดิวเทอรอนจะเท่ากับ 24.8 MeV หรือถ้านำดิวเทอรอน 1 กิโลกรัม มาทำให้เกิดฟิวชันจะได้พลังงานประมาณ 2.35 $\times$ 10^4 จูล ซึ่งเมื่อเทียบกับปฏิกิริยาฟิชชันแล้วจะพบว่าสูงกว่าเกือบ 10 เท่า

แนวโน้มของการใช้พลังงานจากฟิวชันเป็นไปได้สูงมากเพราะตัวเชื้อเพลิงคือดิวเทอเรียมบนโลกมีอยู่มากและปฏิกิริยาฟิวชันนี้จะไม่มีรังสี หรือสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์เหมือนกับปฏิกิริยาฟิชชัน ปัญหาสำคัญของการใช้พลังงานนี้ก็คือ ยังไม่สามารถควบคุมปฏิกิริยานี้ได้เช่นปฏิกิริยาฟิชชัน จึงยังไม่สามารถจะนำมาใช้ประโยชน์ในทางสันติได้

2.6 ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

การศึกษาเกี่ยวกับนิวเคลียส และกัมมันตภาพรังสีที่กล่าวมาแล้วนั้น นำไปสู่การนำความรู้มาใช้ประโยชน์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ามีอยู่ 2 ทาง คือ การนำกัมมันตภาพรังสีมาใช้ และการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้(สสวท. 2540 : 228)

1) ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสี

การศึกษาเกี่ยวกับธาตุกัมมันตรังสีแต่ละชนิดทำให้ทราบถึงสมบัติของแต่ละธาตุ เช่น ชนิดของรังสีที่ได้จากการสลาย ครึ่งชีวิต และอัตราการแผ่รังสี เป็นต้น คุณสมบัติเหล่านี้มีประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน ซึ่ง สสวท. (2540 : 228 - 237) และ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2542 : 12-15) สรุปได้ดังต่อไปนี้

1.1 การใช้กัมมันตภาพรังสีในด้านการเกษตร ชีววิทยาและอาหาร

1.1.1 เทคนิคการสะกดรอยด้วยรังสี ใช้ศึกษาเกี่ยวกับการดูดซึม ของแร่ธาตุ และปุ๋ยโดยต้นไม้และพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ เพื่อการปรับปรุงการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น การวิจัยเกี่ยวกับอัตราการดูดซึมปุ๋ยของต้นไม้ถ้าใส่ปุ๋ยที่มีธาตุกัมมันตรังสีปนอยู่ เช่น ฟอสฟอรัส-32 ลงไปในดินบริเวณใกล้ ๆ ต้นไม้ รากจะดูดธาตุกัมมันตรังสีแล้วส่งต่อไปยังลำต้นและไปอยู่ที่ใบเพื่อรอการปรุงอาหาร จากการตรวจวัดปริมาณการแผ่รังสีของปุ๋ยที่ใบ ทำให้ทราบถึงปริมาณปุ๋ยที่ใบได้และสามารถหาอัตราการดูดซึมของต้นไม้ได้

1.1.2 การใช้เทคนิครังสีเพื่อการขยายพันธุ์สัตว์เลี้ยงและการเพิ่มปริมาณน้ำนม ในโคและกระบือ เป็นต้น เป็นที่ทราบกันดีว่าการผลิตน้ำนมของโคนั้นมีความสัมพันธ์กับต่อมไทรอยด์ ซึ่งเป็นต่อมที่มีความเกี่ยวข้องกับธาตุไอโอดีน โดยการใช้ไอโอดีน-131 ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีผสมในอาหารสัตว์และติดตามวัดปริมาณการดูดซึมไอโอดีน-131 ไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ทำให้ทราบว่า การทำงานของต่อมไทรอยด์จะเพิ่มขึ้นขณะที่โคเริ่มมีน้ำนมและพบต่อไปอีกว่า ในสภาพอากาศร้อนการทำงานของต่อมนี้จะลดลงและยังผลให้อัตราการผลิตน้ำนมลดลงด้วย ความรู้ที่ได้นี้อาจนำมาใช้ประโยชน์ในการเลือกโคนม ซึ่งอาจทำการเลือกตั้งแต่ยังเป็นลูกโคอยู่ก็ได้

1.1.3 การใช้รังสีเพื่อการกำจัดแมลงศัตรูพืชบางชนิดโดยวิธีทำให้ตัวผู้เป็นหมัน ซึ่งอาจทำโดยใช้รังสีอาบตัวแมลงโดยตรง เพื่อทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนในเซลล์ของแมลง และทำให้แมลงตายในที่สุด อีกวิธีหนึ่งนั้นอาจนำเอาเฉพาะแมลงตัวผู้มาอาบรังสีเพื่อให้เป็นหมันจะได้ไม่แพร่พันธุ์ต่อไป

1.1.4 การถนอมเนื้อสัตว์ พืชผัก และผลไม้โดยการฉายรังสีเพื่อเก็บไว้ได้นานยิ่งขึ้น เป็นประโยชน์ในการขนส่งทางไกลและการเก็บอาหารไว้บริโภคนอกฤดูกาล รังสีจะไปฆ่าเชื้อแบคทีเรียเชื้อราและยีสต์ที่มีอยู่ทั่วไปในอาหารทำให้อาหารไม่เน่าหรือเน่าช้ากว่าปกติ นอกจากนี้ยังอาจช่วยป้องกันการงอกของพืชผักบางชนิด เช่น มันฝรั่ง หัวหอมได้ด้วย ปริมาณรังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารแต่ละชนิดนี้จะแตกต่างกัน ในการนำอาหารที่อาบรังสีนี้มาบริโภค จะต้องแน่ใจก่อนว่าไม่มีอันตราย

1.1.5 การเอาพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ฉายพันธุ์พืช เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(Induced Mutation) เช่น

1. ข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าจากผลการฉายรังสี มีการกลายพันธุ์มาเป็นข้าวเหนียว มีกลิ่นหอมเหมือนข้าวหอมมะลิ

2. ข้าวพันธุ์ กข 15 ซึ่งก็เป็นผลจากการฉายรังสีข้าวขาวมะลิ 105 แต่เป็นพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้ไวกว่า และมีผลผลิตสูงกว่าขาวมะลิ 105

3. ปอแก้ว เมื่อเมล็ดมาฉายรังสีได้พันธุ์ที่มีความทนทานต่อโรคโคนเน่า

4. ถั่วเหลือง ที่มีความทนทานต่อราสนิม

1.1.6 การใช้เทคนิคนิวเคลียร์วิเคราะห์ดิน เพื่อการจำแนกพื้นที่เพาะปลูก ทำให้ทราบว่าพื้นที่ที่ศึกษาเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชชนิดใด ควรเพิ่มปุ๋ยชนิดใดลงไป

1.1.7 การฉายรังสีแกมมาเพื่อฆ่าแมลงและไม่ในเมล็ดพืชซึ่งเก็บไว้ในยุ้งฉาง และภายหลังจากบรรจุในภาชนะเพื่อการส่งออกจำหน่าย

1.1.8 การนำเทคนิคทางรังสีด้านอุทกวิทยา ในการเสาะหาแหล่งน้ำสำหรับเกษตร

1.1.9 การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยวิธีอาบรังสี วิเคราะห์สารตกค้างในสิ่งแวดล้อมจากการใช้ยาปราบศัตรูพืช ยาฆ่าแมลง ซึ่งมีความสำคัญต่อผู้บริโภค

1.2 การใช้กัมมันตภาพรังสีในการแพทย์

เวชศาสตร์นิวเคลียร์(Nuclear Medicine) คือการนำเอาสารรังสีหรือรังสีมาใช้ในการตรวจ การรักษา และด้านการค้นคว้าศึกษาการทำงานของระบบอวัยวะในร่างกาย เพื่อช่วยในการตรวจวิเคราะห์หรือรักษาโรคบรรเทาความทุกข์ทรมานของผู้ป่วย และร่นระยะเวลาการรักษาอยู่ในโรงพยาบาล ตัวอย่างบางส่วนของการใช้รังสีหรือรังสีด้านการแพทย์ เช่น

1.2.1 การใช้รังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 ในการรักษาโรคมะเร็ง โดยการฉายรังสีแกมมาเข้าไปทำลายเซลล์มะเร็ง

1.2.2 การใช้รังสีจากโซเดียม-24 ซึ่งอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในการตรวจการหมุนเวียนของโลหิตโดยการฉีดสารดังกล่าวเข้าไปในเส้นเลือด แล้วติดตามการแผ่รังสีจะทำให้ทราบว่า มีการอุดตันหรือการหมุนเวียนไม่สะดวกในบางตอนของระบบการไหลเวียนหรือไม่

1.2.3 การใช้รังสีจากไอโอดีน-131 ในการตรวจดูการทำงานของต่อมไทรอยด์ได้ด้วย

1.3 การใช้กัมมันตภาพรังสีในด้านอุตสหกรรม

การใช้วัสดุกัมมันตรังสีและเทคนิคทางรังสีในทางอุตสาหกรรม ซึ่งเรียกว่า "เทคนิคเชิงนิวเคลียร์" เป็นการนำเองพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์ในทางสันติ สำหรับประเทศไทยได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในกิจการต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 การควบคุมความหนาของแผ่นโลหะให้สม่ำเสมอตลอดแผ่น โดยปกติแล้วความหนานี้อาจควบคุมได้โดยการหยุดเครื่องรีดแผ่นเป็นคราว ๆ ไป แต่การทำเช่นนี้ทำให้อัตราการผลิตต่ำ การใช้รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีจะช่วยให้ทำการตรวจสอบได้โดยไม่ต้องหยุดเครื่องรีดแผ่นโลหะวิธีการที่ใช้กันนั้นหลักการโดยย่อมีดังนี้ ใช้ธาตุกัมมันตรังสีที่แผ่รังสีเบตาเป็นแหล่งกำเนิดรังสีโดยปล่อยรังสีให้ตั้งฉากกับแผ่นโลหะซึ่งกำลังวิ่งออกมาจากเครื่องวัด ตั้งเครื่องวัดรังสีไว้ที่ด้านตรงข้ามกับแหล่งกำเนิดรังสีโดยให้มีแผ่นโลหะอยู่ตรงกลาง ถ้าแผ่นโลหะมีความหนาผิดไปจากที่กำหนดไว้ปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านไปยังเครื่องวัดก็จะผิดไป

จากที่กำหนดไว้ด้วยเช่นกัน ถ้าปริมาณรังสีที่วัดได้มีค่าผิดไปแล้ว เครื่องวัดรังสีจะส่งสัญญาณไฟฟ้ากลับไปยังเครื่องรีดเพื่อปรับการรีดให้อยู่ในมาตรฐานที่ตั้งไว้

1.3.2 การตรวจสอบความเรียบร้อยในการเชื่อมโลหะ เช่น การเชื่อมท่อ การต่อท่อที่ใช้สำหรับความดันสูง การเชื่อมตัวเรือดำน้ำ การตรวจสอบประเภทนี้ทำได้ โดยใช้รังสีแกมมาซึ่งสามารถทะลุผ่านแผ่นโลหะได้ โดยการนำกัมมันตรังสีที่ให้รังสีแกมมาวางไว้ที่ด้านหนึ่งของสิ่งที่ต้องการตรวจสอบแล้วใช้จอหรือแผ่นฟิล์มรับรังสีที่ด้านตรงข้ามกับของสิ่งนั้น เมื่อนำฟิล์มไปล้างจะสามารถเห็นภาพของภายในวัตถุได้ว่ามีรอยร้าวหรือโพรงหรือไม่ การตรวจสอบดังกล่าวจะช่วยประหยัดเวลาและแรงงานกว่าวิธีอื่น ๆ เป็นอันมาก

1.4 การใช้กัมมันตรังสีในด้านการวิจัย

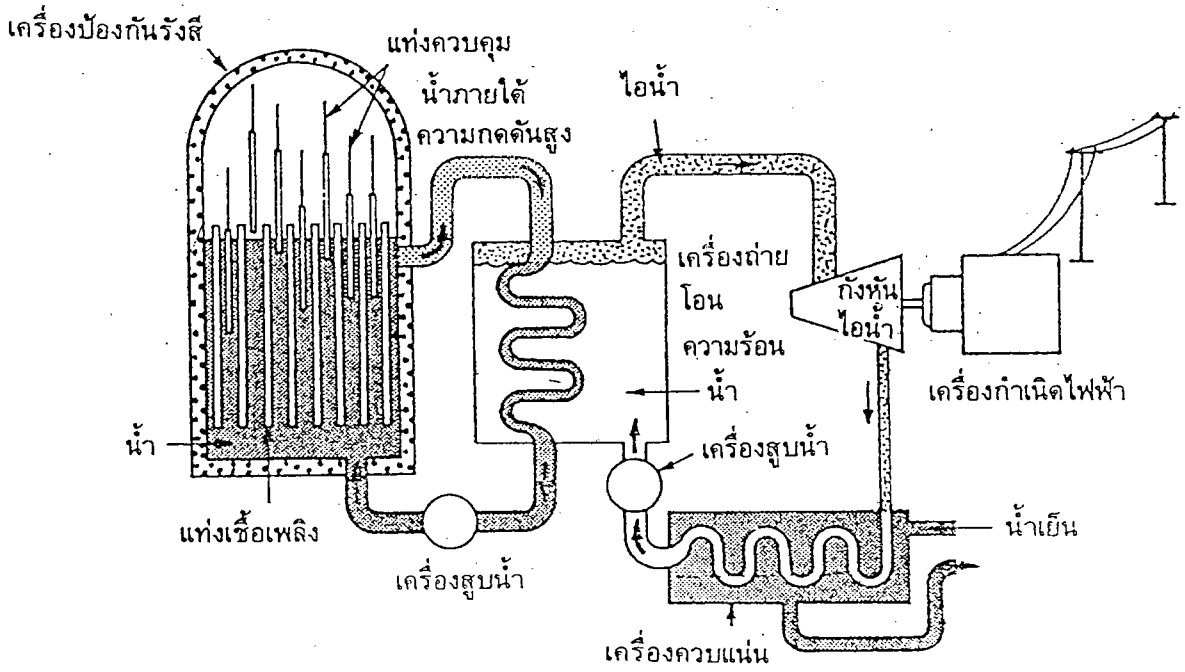
การหาอายุของวัตถุโบราณมีความสำคัญมากในการศึกษาเกี่ยวกับโบราณคดี และธรณีวิทยา การหาอายุวัตถุโบราณนี้อาศัยข้อมูลที่ว่า องค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายคือ ธาตุคาร์บอน ธาตุชนิดนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคาร์บอน-12 ซึ่งเป็นธาตุเสถียร และมีคาร์บอน-14 ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีอยู่ปริมาณเล็กน้อยเมื่อคาร์บอนรวมตัวกับออกซิเจนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ พืชก็จะนำเอาไปใช้ในการปรุงอาหาร สัตว์อาศัยพืชเป็นอาหาร จึงได้รับคาร์บอนมาจากพืชอีกต่อหนึ่งคาร์บอน-14 ในสิ่งมีชีวิตจะมีการสลายไปด้วยครึ่งชีวิต 5568 $\pm$ 30 ปี ซึ่งนับได้ว่านานมาก ดังนั้นในขณะที่มีชีวิตอยู่อัตราส่วนของคาร์บอน-14 : คาร์บอน-12 ในร่างกายของสัตว์ และในพืชจะมีค่าคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์หรือพืชนั้น ๆ เมื่อสิ้นชีวิตลง โอกาสที่จำได้รับคาร์บอนตามปกติก็จะหยุดลงด้วย ดังนั้นอัตราส่วนของคาร์บอนทั้งสองดังกล่าวจะลดลงเรื่อย ๆ เราสามารถคำนวณหาอายุของสัตว์หรือพืชได้ จากอัตราส่วนดังกล่าว เช่น ในการตรวจวิเคราะห์โครงกระดูกชิ้นหนึ่งพบอัตราส่วนของคาร์บอน-14 : คาร์บอน-12 มีอยู่เพียงร้อยละ 50 ของกระดูกสัตว์ชนิดเดียวกันที่เพิ่งเสียชีวิตใหม่ ๆ แสดงว่าเจ้าของโครงกระดูกนั้นได้ตายมาแล้วประมาณ 5,670 ปี ในประเทศไทยก็ได้มีการค้นพบวัตถุโบราณ เช่น เครื่องปั้นดินเผาลายเขียนสีบ้านเชียง ซึ่งเมื่อทำการตรวจสอบหาอายุโดยใช้รังสีแล้วทำให้ทราบว่า เป็นวัตถุที่มีอายุประมาณ 6,060 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า บ้านเชียงเคยเป็นแหล่งที่มีอารยธรรมเก่าแก่มากแหล่งหนึ่ง การค้นพบที่บ้านเชียงที่มีความสำคัญมากทางโบราณคดี อีกเรื่องหนึ่งได้แก่ การค้นพบหัวหอกที่ทำด้วยสำริด ซึ่งมีอายุประมาณ 5,600 ปี การค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่ามนุษย์ที่มาตั้งถิ่นฐานที่บ้านเชียงในขณะนั้นรู้จักนำโลหะผสมมาทำเครื่องมือเครื่องใช้แล้ว และนับได้ว่าพัฒนาการนี้เกิดก่อนที่อื่น ๆ ในโลกเท่าที่ทราบกันดีอยู่ในขณะนี้ กล่าวคือ ณ ที่นี้อาจจะเป็นแหล่งกำเนิดของอารยธรรมในยุคสำริดนั่นเอง

2) การใช้พลังงานนิวเคลียร์

แหล่งกำเนิดของพลังงานนิวเคลียร์มี 2 ประเภทด้วยกัน ประเภทแรกได้จากระเบิดนิวเคลียร์ ซึ่งพลังงานที่ได้นี้มีอำนาจในการทำลายอย่างมหาศาล ตัวอย่างของการนำระเบิดนี้ไปใช้ ได้แก่ การขุดคลอง การทหาร เป็นต้น อีกประเภทหนึ่งได้จากฟิชชันในการผลิตกระแสไฟฟ้าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีหลักการในการผลิตกระแสไฟฟ้าคล้ายกับโรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำทั่ว ๆ ไป แตกต่างกันตรงที่พลังงานที่ใช้ผลิตไอน้ำเป็นพลังงานนิวเคลียร์ หลักการของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์โดยย่อแสดงดังภาพประกอบ 11

เริ่มต้นด้วยเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ซึ่งประกอบด้วยแท่งเชื้อเพลิง(ยูเรเนียมหรือพลูโทเนียม) ซึ่งจัดผสมอยู่กับตัว **มอเดอเรเตอร์** และมี แท่งควบคุม ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมอัตราการเกิดฟิชชันในการเกิดฟิชชันภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ พลังงานจะถูกปล่อยออกมาในรูปความร้อน ซึ่งเราจำเป็นต้องถ่ายโอนความร้อนนี้ออกจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ซึ่งมักใช้ของเหลว ของเหลวนี้จะนำความร้อนนั้นไปยังเครื่องถ่ายโอน

ความร้อน ณ ที่นั้นความร้อนจะทำให้น้ำกลายเป็นไอ ไอน้ำก็จะไปหมุนกังหันซึ่งมีเพลาต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้อาร์มาเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนและผลิตกระแสไฟฟ้าออกส่งจำหน่ายไปตามบ้าน การผลิตกระแสไฟฟ้าแบบนี้เป็นแบบที่มีต้นทุนของการผลิตต่ำเมื่อคิดในระยะยาว ทั้งนี้เพราะพลังงานที่ได้นั้นมีปริมาณมากมายเมื่อเทียบกับปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปเพียงเล็กน้อย ได้มีการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์อย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกา และประเทศบางประเทศในยุโรปตะวันออก เช่น รัสเซีย ฯลฯ และมีแนวโน้มที่จะมีมากขึ้นในอนาคตทั้งนี้เพราะเชื้อเพลิงตามธรรมชาติในรูปของน้ำมัน ถ่านหินและแก๊สธรรมชาติมีจำนวนเหลือน้อยลงทุกที



ภาพประกอบ 11 แผนภูมิโดยย่อของโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์
ที่มา : สสวท. (2540 : 234)

นอกจากนำพลังงานนิวเคลียร์จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้ว ยังได้มีการนำไปใช้ในการขับเคลื่อนเรือเดินสมุทรเพื่อขนส่งสินค้าระหว่างทวีปเนื่องจากการใช้พลังงานนิวเคลียร์ไม่ต้องการเชื้อเพลิงจำนวนมาก ดังนั้นเนื้อที่ที่ใช้เก็บเชื้อเพลิงก็นำไปใช้บรรทุกสินค้าได้มากขึ้นและไม่จำเป็นต้องแวะเติมเชื้อเพลิงบ่อย ๆ ทำให้สามารถนำเรือวิ่งในท้องทะเลได้นาน ๆ ซึ่งข้อได้เปรียบนี้ทำให้มีการนำพลังงานนิวเคลียร์ไปใช้ขับเคลื่อนเรือดำน้ำ ในปัจจุบันกำลังมีการทดลองใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการขับเคลื่อนยานอวกาศด้วย เนื่องจากการเดินทางในอวกาศมีระยะไกล เราไม่สามารถบรรทุกเชื้อเพลิงธรรมดาได้มากพอ

สำหรับเครื่องยนต์จรวด จึงจำเป็นต้องอาศัยพลังงานนิวเคลียร์แทน ซึ่งใช้เชื้อเพลิงจำนวนน้อยกว่าทำให้ไม่ต้องเติมเชื้อเพลิงบ่อย ๆ

เนื่องจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สามารถผลิตพลังงานเป็นปริมาณมากได้ในราคาถูก การนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์จึงมีมาก ตัวอย่างอีกอันหนึ่งก็คือการกลั่นน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืด มีที่หลายแห่งริมทะเลซึ่งขาดแคลนน้ำจืดเราสามารถทำน้ำจืดได้โดยอาศัยพลังงานความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มาเผาให้น้ำเค็มกลายเป็นไอ แล้วเราแยกเอาไอน้ำ ซึ่งเป็นน้ำจืดออกจากเกลือแร่ต่าง ๆ ได้ มีโรงผลิตน้ำจืดโดยพลังงานนิวเคลียร์หลายแห่งแล้วและใช้ได้ผลดี

3) อันตรายจากกัมมันตภาพรังสีและการป้องกัน

3.1 อันตรายจากกัมมันตภาพรังสี

ผลกระทบของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ อาจจะมีดังต่อไปนี้(ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี. ม.ป.ป. : 6-9)

3.1.2 การเปลี่ยนแปลงเซลล์ซึ่งทำให้เกิดมะเร็ง เนื่องจากร่างกายมนุษย์เกิดจากเซลล์จำนวนมากมารวมกัน แต่ละเซลในจำนวนหลายพันล้านเซลในร้างกายมนุษย์จะมีโมเลกุลพิเศษ เรียกว่าดีเอ็นเอ(DNA) โมเลกุลดีเอ็นเอ มีข้อมูลที่กำหนดการทำงานและการเติบโตของแต่ละเซลล์ รวมไปถึงกำหนดประเภทเซลล์ เช่น เซลล์ตับ เซลล์ตา เป็นต้น การที่ดีเอ็นเอเสียหายอย่างถาวรอาจส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของเซลล์ในอนาคตได้ เช่น เซลล์อาจเพิ่มจำนวนจนควบคุมไม่ได้ อาจกลายเป็นเนื้องอกได้

3.1.3 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจะส่งผลกระทบต่อคนรุ่นหลัง ๆ กรณีที่เซลล์สืบพันธ์ได้รับรังสีในปริมาณไม่มากนัก

3.1.4 ผลกระทบของรังสีต่อตัวอ่อนในระยะตั้งครรภ์

3.1.5 การตายอย่างฉับพลันเนื่องจากรังสี จะต้องได้รับรังสีในปริมาณมากจริง ๆ

ตาราง 2 ผลจากการได้รับรังสีในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณรังสี	ผลที่เกิดขึ้น
10,000 มิลลิซีเวิร์ต เวลาสั้นๆ	ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยและถึงตายได้ภายใน 2-3 สัปดาห์
1,000 มิลลิซีเวิร์ต เวลาสั้นๆ	ก่อให้เกิดการเจ็บป่วย เช่น อาเจียนแต่ไม่ถึงตาย อนาคตอาจเกิดมะเร็งได้
20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี	เป็นเกณฑ์ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี
13 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี	เป็นเกณฑ์ที่อนุญาตให้ทำงานได้สำหรับคนงานเหมืองแร่ยูเรเนียม
2 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี	เป็นระดับรังสีปกติในธรรมชาติ
0.05 มิลลิซีเวิร์ต	เป็นเกณฑ์กำหนดระดับรังสี ณ รั้วรอบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ขณะเดินเครื่อง

ที่มา : สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2544). เจาะลึกเรื่องของปรมาณู. หน้า 24

3.2 หลักในการป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี

หลักในการป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี อาจกล่าวโดยย่อดังนี้(สสวท. 2540 : 241)

1. เนื่องจากปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่เราได้รับขึ้นกับเวลา กล่าวคือ ถ้าเข้าไปในบริเวณที่มีกัมมันตภาพรังสี 20 นาที จะได้รับกัมมันตภาพรังสีประมาณ 2 เท่า ของผู้ที่เข้าไปในบริเวณนั้นเพียง 10 นาที ดังนั้นถ้าจำเป็นต้องเข้าใกล้บริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีควรใช้เวลาสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

2. เนื่องจากปริมาณกัมมันตภาพรังสีจะลดลงถ้าบริเวณนั้นอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดกัมมันตภาพรังสีมากขึ้น ดังนั้นจึงควรพยายามอยู่ห่างบริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

3. เนื่องจากกัมมันตภาพรังสีชนิดต่าง ๆ มีอำนาจในการทะลุผ่านวัตถุได้ต่างกัน ดังนั้นจึงควรใช้วัตถุที่กัมมันตภาพรังสีทะลุผ่านได้ยากมาเป็นเครื่องกำบัง เช่น มักใช้ตะกั่วหรือคอนกรีตเป็นเครื่องกำบังรังสีแกมมาและรังสีบีตานิยมใช้น้ำเป็นเครื่องกำบังนิวตรอน เป็นต้น

จากสาระการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาตามกรอบของสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ สำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถแบ่งได้เป็น 6 หน่วยการเรียน ได้แก่ หน่วยการเรียนที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส หน่วยการเรียนที่ 2 กัมมันตภาพรังสี หน่วยการเรียนที่ 3 การสลายของธาตุกัมมันตรังสี หน่วยการเรียนที่ 4 เสถียรภาพของนิวเคลียส หน่วยการเรียนที่ 5 ปฏิกิริยานิวเคลียร์ และหน่วยการเรียนที่ 6 ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

3. ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

ธงชัย ชิวประชา ณรงค์ชัย ฐูปพนมและปรีชาญ เดชศรี(2526 : 238) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ ความสามารถของนักเรียนในการเรียน ซึ่งการที่จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้นั้นต้องมีการกำหนดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เพื่อจะได้เป็นแนวทางและเป็นเกณฑ์ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่ง ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 46-49) กล่าวว่าในปัจจุบันวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาได้มีการกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากแนวคิดของคอลปเฟอร์(Klopfer) เพื่อเป็นแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตร จัดประสบการณ์การเรียนรู้และวัดผลและประเมินผล โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรม แต่ละด้านดังนี้

1. ความรู้ – ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยาม ศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวความคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้ คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะอย่าง(Specific Facts)

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์(Scientific Terminologies)

1.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Concepts of Science)

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Conventions)

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น (Trends and Sequences)

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนก การจัดประเภทและเกณฑ์ (Classification, Categories, and Criteria)

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Techniques and procedures)

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์(Scientific Principles and Laws)

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีต่าง ๆ หรือแนวคิดที่สำคัญ (Theories or Major Conceptual Schemes)

นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งกว่าความรู้ความจำ โดยสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้คือ

2.1 ความสามารถจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่(Identification of Knowledge in a New Context)

2.2 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง (Translation of Knowledge From One Symbolic Form to Another)

ผู้ที่มีพฤติกรรมในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก จัดหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิ และแผนภาพได้

3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์(Process of Scientific Inquiry) ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ คือ

3.1 การสังเกตและการวัด (Observing and Measuring)

- สังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
- การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ
- การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้อง

3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา(Seeing a Problem and Seeking Ways to Solve It)

- การมองเห็นปัญหา
- การตั้งสมมติฐาน
- การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐาน
- การออกแบบกระบวนการทดลองที่เหมาะสม

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป (Interpreting Data and Formulating Generalizations)

- การจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- การเสนอข้อมูลต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชัน
- การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกต
- การขยายความและการตีความ
- การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- การสรุปความสัมพันธ์ที่พบ

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่าง ๆ (Building, Testing and Revising a Theoretical Model)

- การยอมรับความต้องการในแบบจำลองทางทฤษฎี
- การสร้างแบบจำลองทางทฤษฎีเพื่อรับความรู้ใหม่
- การบอกความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลอง
- การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทางทฤษฎี
- การแปลความหมายและประเมินผลจากการทดสอบแบบจำลอง
- การสร้าง การปรับปรุง หรือขยายแบบจำลอง

4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้(Application of Scientific Knowledge and Skills) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่าการนำความรู้ไปใช้เป็นพฤติกรรมที่ลึกซึ้งที่สุด เพราะการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจอย่างดีเสียก่อน ซึ่งสามารถจำแนกเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ได้ดังต่อไปนี้

4.1 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

4.2 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน

4.3 การจำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดยใช้ข้อสอบแบบปรนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้านตามกรอบของ ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์(2542 : 46 - 49) คือ 1) ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยาม ศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวความคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ 2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง 3) กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกตและการวัด, การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา, การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และ การสร้าง การทดสอบ การปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่าง ๆ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติ

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของเจตคติไว้หลายท่านดังนี้

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์(2520 : 38) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรม หรือแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นไปในทางที่สนับสนุน หรือคัดค้านก็ได้

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์(2522 : 12) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ท่าทีความคิดเห็น ความรู้สึกเอนเอียงทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ภายหลังจากการที่บุคคลได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น ๆ พฤติกรรมเช่นนี้ไม่อาจสามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสังเกตและวัดได้จากพฤติกรรมที่บุคคลนั้นแสดงออกต่อสิ่งนั้น

ประภาเพ็ญ สุวรรณ(2526 : 3) กล่าวว่า เจตคติเป็นความคิดเห็น ซึ่งมีอารมณ์เป็นส่วนประกอบเป็นส่วนที่พร้อมที่จะมีปฏิกิริยาเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งต่อสถานการณ์ภายนอก

จากความหมายของเจตคติข้างต้น อาจสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง เนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ ซึ่งความรู้สึก ความคิดเห็น อาจจะเป็นไปในทางบวกหรือทางลบก็ได้

4.2 การวัดผลการเรียนด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118 - 127) ได้ให้แนวทาง การวัดผลการเรียนด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

การวัดผลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกตามความเป็นจริง(Typical Performance) มิใช่เป็นการวัดความสามารถสูงสุดที่มีอยู่(Maximum Performance) อันเป็นจุดเน้นตามปกติของการวัดความรู้ความสามารถทั้งหลาย ลักษณะคำตอบของการวัดผลด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะเป็นแบบแผนของพฤติกรรมซึ่งบ่งชี้ว่าบุคคลมีการแสดงออกไปในทิศทางอย่างไร(คือ สนับสนุน วางเฉย หรือ

คัดค้าน) หรือ แสดงออกในระดับใด (มาก ปานกลาง น้อย ฯลฯ) ลักษณะโดยภาพรวมของเครื่องมือประเภทนี้จึงอยู่ในรูปของมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scales)

ในการสร้างเครื่องมือวัดผลด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องกำหนดขอบเขตของส่วนที่เป็น "เป้าหมาย" ของ "เจตคติต่อ....." นั้นเสียก่อน ซึ่งเป็นหน้าที่ที่ผู้สร้างเครื่องมือจะได้กำหนดเป็นคราว ๆ ไป

นอกจากการกำหนด "เป้าหมาย" ให้ชัดเจนแล้ว ผู้สร้างเครื่องมือควรต้องกำหนดโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติอีกด้วย ซึ่งในส่วนของโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคตินี้กล่าวได้ว่ามีรายละเอียดแตกต่างกันไปสุดแต่ว่าจะใช้กรอบความคิดใดเป็นแหล่งอ้างอิง ในที่นี้จะนำกรอบความคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาเสนอไว้เป็นตัวอย่างดังนี้

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและชาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากกรอบความคิดดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเป็นการจัดเรียงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิดซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม 1 – 4
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออกซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยอีก 2 ส่วน คือ
   2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียนประกอบด้วยพฤติกรรม 5 – 7
   2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ได้แก่ พฤติกรรม 8 และ 9

เครื่องมือวัดผลการเรียนด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบฉบับทั่วไป เป็นเครื่องมือตามรูปแบบของมาตราส่วนประมาณค่า เครื่องมือแบบนี้ที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปมีอยู่ 3 วิธี คือ 1) วิธีของเธอร์สโตน (Thurstone) 2) วิธีของลิเคิร์ต(Likert) และ 3) วิธีของออสกูด(Osgood)

ซึ่งในปัจจุบันนี้เครื่องมือวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต(Likert) เป็นที่นิยมมาก เพราะสร้างง่าย ใช้สะดวก ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นทั้งทางบวก(นิมาน) และทางลบ(นิเสธ) ในลักษณะที่เทียบเป็นมาตราส่วนประมาณค่าได้ ยิ่งกว่านั้นเครื่องมือตามแนวของลิเคิร์ตยังสามารถดัดแปลงเพื่อใช้วัดลักษณะทางจิตพิสัย อื่น ๆ เช่น ความสนใจ แรงจูงใจ พฤติกรรมทางสังคม ฯลฯ ได้อย่างกว้างขวาง ในที่นี้จะนำวิธีการสร้างเครื่องมือวัดตามแบบของลิเคิร์ตมาเสนอไว้

วิธีของลิเคิร์ตมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าเชิงประมวล(Summated Rating Scale) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. สร้างข้อความที่เกี่ยวกับการแสดงเจตคติที่ต้องการศึกษาให้มากพอและครบถ้วนครอบคลุมลักษณะข้อความจะเป็นทางบวกหรือนิมาน(Positive) และทางลบหรือนิเสธ(Nagative) เท่านั้น ข้อความกลาง ๆ จะไม่นำมาใช้ในการสร้าง การเขียนข้อความมีแนวปฏิบัติดังนี้

   1.1 เป็นข้อความสั้น ๆ มีความเป็นปรนัย(ชัดเจน มีความหมายแน่นอน ไม่คลุมเครือ)

1.2 ควรเป็นข้อความที่เป็นปัจจุบัน (การกล่าวถึงอดีตเป็นการทราบเจตคติในอดีตซึ่งในปัจจุบันอาจเปลี่ยนไปแล้ว)

1.3 ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

1.4 ไม่ควรใช้ข้อความที่มีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

1.5 หลีกเลี่ยงข้อความที่ถามข้อเท็จจริง(Fact) ของเรื่องนั้น ๆ (เพราะจะกลายเป็นการถามข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็น)

1.6 เน้นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไป เช่น "ฉันได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์" ซึ่งแตกต่างกับข้อความทั่วไปว่า "กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีประโยชน์"

1.7 ข้อความ (ของข้อกระทงทั้งหมด) ควรครอบคลุมเรื่องที่ศึกษา

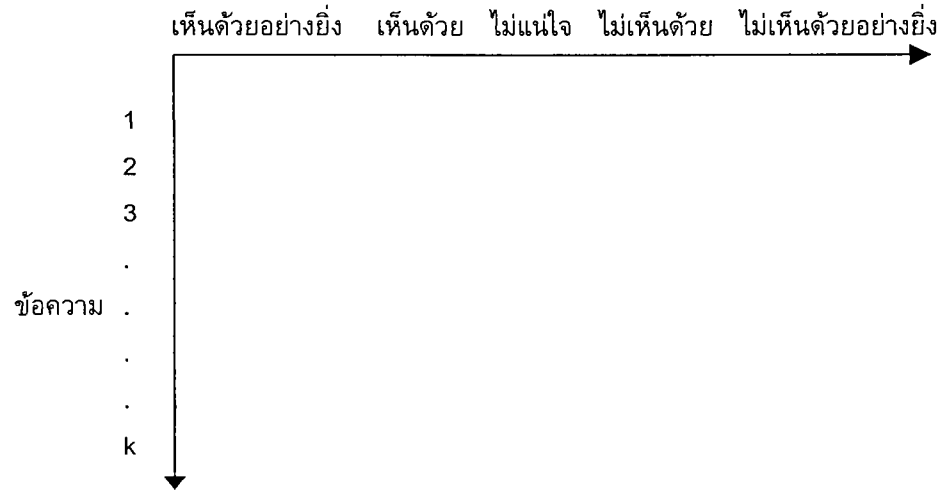
2. กำหนดมาตรวัดคำตอบของข้อความแต่ละข้อความ(ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย) เป็น 5 ระดับ คือ

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

3. กำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็นดังนี้

ทิศทางของข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ข้อความเชิงนิมาน	5	4	3	2	1
ข้อความเชิงนิเสธ	1	2	3	4	5

4. นำข้อความและมาตรวัดมาจัดเป็นแบบวัดเจตคติตามรูปแบบตาราง 2 มิติคือ



5. นำไปทดลองใช้เพื่อให้ผู้ตอบตอบความรู้สึกที่แท้จริงและตรงกับของความเห็นของผู้ตอบมาก ที่สุด (ไม่คำนึงถึงความถูกต้องหรือข้อเท็จจริง) กลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ทดลองใช้ควรมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้จริง โดยมีจำนวนผู้ตอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของข้อความ

6. นำคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนมาให้คะแนน โดยพิจารณาอย่างระมัดระวังว่าทิศทางของข้อความใดเป็นนิมานหรือนิเสธ เนื่องจากคะแนนจะสวนทางหักล้างกัน คะแนนเจตคติของผู้ตอบแต่ละคนได้จากการรวมคะแนนของแต่ละข้อจนครบทุกข้อ

7. หาค่าอำนาจจำแนก ของข้อความแต่ละข้อความเพื่อให้ได้ข้อความที่สามารถแยกผู้ตอบที่มีเจตคติสูงออกจากผู้ที่มีเจตคติต่ำ

8. เลือกข้อความที่มีอำนาจจำแนกมาใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ(อาจเรียกว่าแบบทดสอบฉบับร่าง) โดยมีจำนวนข้อความเชิงนิมานและเชิงนิเสธพอ ๆ กัน

9. นำแบบทดสอบฉบับร่างไปหาค่าความเชื่อมั่น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยพิจารณาความคิดเห็นของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการเห็นความสำคัญและเห็นประโยชน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบสอบถามวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามแบบวิธีของลิเคิร์ต มีลักษณะเป็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในปัจจุบัน เริ่มมีการใช้เครือข่าย อินเทอร์เน็ต มาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มากขึ้น ดังนั้นการศึกษาและวิจัยถึงผลการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงเป็นเรื่องสำคัญและมีคุณค่าทางการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษามีดังนี้

5.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

ฟิลลิป, รอย และ ชารอน (Phillip, Roy and Sharon. 1995) ได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับการเรียนแบบร่วมมือ โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัย ของ เมืองลิเวอร์พูล ในวิชาโปรแกรมภาษา อัลกอล โดยเอาส่วนหนึ่งของเนื้อหาในหนังสือไปออนไลน์ ซึ่งทำให้นักศึกษาเข้าใจในเนื้อหาวิชายิ่งขึ้น นักศึกษามีความต้องการที่จะให้เพิ่มเนื้อหาส่วนอื่น ๆ และต้องการให้อนุญาติให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายนอกเหนือจากเวลาเรียนได้ แต่สิ่งที่นักศึกษากังวลคือ เพื่อนอาจสับเปลี่ยนงานที่ได้รับมอบหมาย

ไมเคิล (Michael . 1998). ได้ศึกษาการใช้จดหมายอิเลกทรอนิกส์ และกระดานข่าว ที่สร้างจากโปรแกรม DEC – Note ของนักศึกษาวิทยาลัยซีววิทยา เพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครูผู้สอน โดยให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเมื่อจบปลายภาคเรียน ซึ่งพบว่ารูปแบบที่นักเรียนใช้กระดานข่าว คือ การอภิปราย, ข้อคิดเห็น, ปัญหาเกี่ยวกับบทเรียนและงานที่ได้รับมอบหมายส่วนจดหมายอิเลกทรอนิกส์ นักเรียนจะใช้ติดต่อกับครูในเรื่องที่เป็นส่วนตัว

กวนเซง(Guan-Seng.1998). ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์แสดงแบบจำลองและสถานการณ์จำลองในเรื่อง พันธะเคมี และโครงสร้างของผลึก กับนักเรียนระดับปริญญาตรี ซึ่งแบบจำลองโมเลกุลมีลักษณะเป็นภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ผลสะท้อนกลับจากนักศึกษา แสดงให้เห็นว่า การใช้ภาพสี 3 มิติ เคลื่อนไหวได้ และการสาธิต การทดลองการคำนวณ มีผลทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้เร็ว ลักษณะโครงสร้าง 3 มิติ ช่วยทำให้นักศึกษาเข้าใจในเรื่องต่าง เช่น สมมาตรและรูปแบบโครงสร้างของผลึก และสามารถจำลองปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถทดลองได้ จากการศึกษาของผู้วิจัย ในการใช้แบบจำลองและสถานการณ์จำลองทางคอมพิวเตอร์สามารถอธิบายหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

พอล(Paul.1999) ได้จัดทำโครงการพัฒนาเว็บสำหรับครูคณิตศาสตร์ โดยใช้ทดลองโครงการกับโรงเรียนนำร่องในเวลา 1 ภาคเรียน(16 สัปดาห์) กับ ครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียน High school 4 โรงเรียน และ Middle School 4 โรงเรียน สรุปผลของโครงการได้ว่า ครูเห็นว่าส่วนดีเว็บที่พัฒนาขึ้น มีดังนี้ 1) ให้โอกาสสำหรับการโต้ตอบและการมีส่วนร่วม 2) ใช้เวลาในการเรียนสั้นลงและมีเครื่องมือในการประเมินผล 3) ครูสามารถแนะนำข้อมูลได้ จากผลการทดลองแสดงว่าเว็บไซต์ มีการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่เป็นพลวัต

เบรน(Brain. 2000). ได้ศึกษาความแตกต่างของนักศึกษาที่เรียนในวิทยาลัยกับไม่ได้เรียนในวิทยาลัย ในการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเปรียบเทียบระดับของการสื่อสาร และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน ออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน จำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มจะมีลักษณะแตกต่างกัน ในระยะเวลา 11 สัปดาห์ที่แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายภาระกิจให้แก้ปัญหา ซึ่งภาระกิจเหล่านี้เน้นการร่วมมือของนักศึกษาผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยให้มีส่วนร่วมคิดค้น ร่วมแสดงความคิดเห็น เสนอกลยุทธ์ สาธิตวิธีการแก้ปัญหา สรุป และรายงานสิ่งที่กลุ่มค้นพบผ่านทางอินเทอร์เน็ตเท่านั้น ผลการวิจัยสรุปได้ว่า จำนวนและระดับการ สื่อสารระหว่างกลุ่ม เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการสื่อสารของ นักศึกษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนในวิทยาลัยหรือการไม่ได้เรียนในวิทยาลัย

กรูซัน (Gulsun. 2000). ได้ศึกษาหลักการต่าง ๆ ของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 23 คนที่เรียนวิชา นโยบายสิทธิมนุษยชน ที่ A Large Midwestern State University แล้วเลือกนักเรียนขึ้นมาจำนวน 6 คน เพื่อสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการปรับปรุงการเรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษา ของ Banner ; Milheim เพื่อทดสอบ และเป็นกลยุทธ์ รวมทั้งเป็นกิจกรรมของการเรียนดังกล่าว ซึ่งรูปแบบดังกล่าวจะแบ่งนักเรียนตามคุณสมบัติออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1) กลุ่มที่มีประสบการณ์การเรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษา และมีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ 2) กลุ่มที่เคยมีกิจกรรมพบปะผ่านทางเครือข่าย 3) กลุ่มที่ให้ความร่วมมือซึ่งมีความสะดวกต่อการใช้เครือข่าย รูปแบบของแบบสอบถามเป็น Flashlight survey ที่ประกอบด้วยการสัมภาษณ์และการสังเกต เพื่อประเมินเจตคติต่อการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกิดการค้นพบความคิดใหม่ ๆ นอกจากนี้ผู้เรียนเหล่านี้ยังชอบการถูกกำหนดมากกว่าเป็นฝ่ายกำหนดและชอบการเรียนรายบุคคลมากกว่าการเรียนเป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษาต้องการได้รับคำแนะนำก่อนการเรียน เช่น การจัดอบรมการเรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษา และต้องการให้ใช้การเรียนจากเว็บไซต์เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการศึกษาระดับอุดมศึกษา

จอนห์ (John. 2000). ได้ศึกษาความแตกต่างของการใช้ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตและห้องสมุด โดยใช้วิธีการ 3 แบบ ได้แก่ การสำรวจนักศึกษาที่เคยเรียนในมหาวิทยาลัย การสัมภาษณ์นักศึกษา และการสำรวจนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ที่ Arizona State University ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นคว้าหาข้อมูล เพราะอินเทอร์เน็ตมีข้อมูลที่เหมือนกับห้องสมุด นักศึกษามีความต้องการที่จะเข้าใช้ฐานข้อมูล ห้องสมุดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากการสำรวจทำให้ทราบว่านักศึกษาต้องการให้มีการจัดอบรมการสืบค้นข้อมูลทั้งจากอินเทอร์เน็ตและห้องสมุดเพราะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักศึกษาเลือกที่จะใช้อินเทอร์เน็ตก่อนและรวบรวมข้อมูลจากห้องสมุดอีกครั้ง และยังพบอีกว่านักศึกษาที่มีอายุน้อยกว่าชอบใช้อินเทอร์เน็ตมากกว่าการใช้ห้องสมุด

โรนัลด์(Ronald. 2001 : 356-360) ได้ทำการศึกษาการเรียนฟิสิกส์ด้วยตัวเองผ่านทางอินเทอร์เน็ต ในเนื้อหาเรื่องการเคลื่อนที่ แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ได้ดังนี้ การเคลื่อนที่ 1 มิติ, การเคลื่อนที่ 2 มิติ, แรงที่กระทำต่ออนุภาคที่หยุดนิ่ง และเวกเตอร์ โดยการเริ่มสั่งการบ้าน เป็นพวกคำถาม แบบทดสอบ ให้นักเรียนในชั้นเรียนและให้นักเรียนทำการบ้านและส่งทางอินเทอร์เน็ต พบว่านักเรียน 40%–45% ของนักเรียนทั้งชั้นให้ความร่วมมือ และเมื่อ ปลายปี 1999 ได้ทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มเล็กประมาณ 20 คน โดยใช้เวลาในห้องเรียนน้อยมาก เพื่อเน้นเนื้อหาในส่วนที่สำคัญ และในปีต่อมา ได้ทดลองสอนนักเรียน ประมาณ 100 คน โดยไม่ได้สอนในชั้นเรียนเลย และได้ประเมินการสอนโดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเรื่องการเคลื่อนที่ระดับชาติ ได้แก่ การทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่และกราฟ, แรง และ พื้นฐานทางกลศาสตร์ ผลการทดสอบพบว่า นักเรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั่วไป ซึ่งสรุปได้ว่า การใช้อินเทอร์เน็ตช่วยในการเรียนของนักเรียนได้มาก และนักเรียนยังสามารถที่จะเรียนด้วย ตนเองนอกเวลาเรียนได้อีกด้วย

5.2 งานวิจัยในประเทศ

วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มิเดีย วิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม แยกเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองให้เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย วิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 53.6 มีความคิดเห็นด้วยอย่างยิ่ง ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบไฮเปอร์มีเดีย และมีความต้องการที่จะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาอื่น ๆ

องอาจ ฤทธิ์ทองพิทักษ์ (2539) ได้ศึกษาพฤติกรรมการสื่อสารผ่านระบบเวิลด์ไวด์เว็บของนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสอบถาม จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพ 5 แห่ง จำนวน 393 คน พบว่านักศึกษาค่อนข้างพึงพอใจต่อรูปแบบของระบบเวิลด์ไวด์เว็บ และประเภทของเนื้อหาที่เปิดรับผ่านระบบเวิลด์ไวด์เว็บ นักศึกษามีการใช้ประโยชน์จากระบบเวิลด์ไวด์เว็บ เพื่อการพัฒนาตนเองในด้านวิชาการและทักษะการใช้งานระบบเวิลด์ไวด์เว็บ และใช้ระบบเวิลด์ไวด์เว็บในการสนองตอบความต้องการด้านข่าวสารและการพักผ่อนหย่อนใจ

บุญเรือง เนียมหอม (2540) ได้ศึกษา การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา และเพื่อประเมินระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ในการสภาพการจัดการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน พบว่า การเรียนการสอนเน้นกิจกรรม และบริการอินเทอร์เน็ต ผู้สอนเป็นผู้ควบคุมตรวจสอบติดตามการเรียนของผู้เรียน และเตรียมความพร้อม ด้านทรัพยากรสนับสนุนการเรียนทางอินเทอร์เน็ต มีการใช้จดหมายอิเลกทรอนิกส์ และเวิลด์ไวด์เว็บ ในการเรียนการสอนมากที่สุด ใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามทัศนะของนักจิตวิทยาพฤติกรรมนิยม การเรียนแบบร่วมมือ และการเรียนรู้ด้วยตนเองในเว็บไซต์ประกอบด้วย หน้าโฮมเพจ เว็บเพจ ประกาศข่าว ประมวลรายวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน และเว็บเพจทรัพยากรสนับสนุน ระบบการเรียนการสอนประกอบด้วย 12 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนรายวิชา 2) การวิเคราะห์ผู้เรียน 3) การออกแบบเนื้อหารายวิชา 4) การกำหนดวิธีเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอน 5) การเตรียมความพร้อมผู้สอน 6) กำหนดคุณสมบัติผู้สอนเตรียมความพร้อมผู้สอน 7) การดำเนินการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมบริการของอินเทอร์เน็ต 8) การสร้างเสริมทักษะ และการจัดกิจกรรมสนับสนุน 9) การควบคุม ตรวจสอบ และติดตามการเรียน 10) ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 11) ประเมินผลการสอน 12) ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการปรับปรุงแก้ไข จากการประเมินรูปแบบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า อาจารย์ส่วนใหญ่เห็นว่าระบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมทุกองค์ประกอบมีความจำเป็น อาจารย์ส่วนใหญ่สามารถนำระบบไปใช้ในการออกแบบ และพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตได้ ปัญหาการนำไปใช้จริงคือ ความล่าช้าในการรับข้อมูลจากแหล่งทรัพยากรภาพนอก และระบบการสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต

พัชรีภรณ์ บางเขียว (2542) ได้ประเมินประสิทธิผลของโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทยของโรงเรียนมัธยมศึกษา พบว่า โรงเรียนมัธยมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์จากอินเทอร์เน็ตเพื่อการติดต่อสื่อสาร การสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ต การนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนการสอนได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

อนิรุทธ์ สติมั่น (2542) ได้พัฒนา และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทางอินเทอร์เน็ต เรื่อง การถ่ายภาพ สำหรับบุคคลทั่วไป ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทางอินเทอร์เน็ต เรื่องการถ่ายภาพ ตามเกณฑ์ 90/90 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 90.66/91.50

พรชัย กำหอม (2543) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องแม่เหล็ก – ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอนตามแนวคิดของออซูเบล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอน ตามแนวคิดของออซูเบล สูงกว่าเกณฑ์ 70 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนเห็นด้วยต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอน ตามแนวคิดของออซูเบล อยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นไม่แตกต่างกัน

ชรีย์พร ภูมา(2543) ได้ศึกษาลักษณะความคาดหวังและความพึงพอใจในการใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาการศึกษาและการเรียนรู้จากเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย(SchoolNet) ของนักเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครมีความคาดหวังทั้งในปัจจุบันและอนาคตด้านการศึกษาที่มีต่อโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย คือ อยากให้มีการ

เรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตทุกวิชา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่กว้างขวางได้รับรู้สิ่งใหม่ ๆ ที่ยังไม่รู้ในการเรียนรายวิชาต่าง ๆ มากที่สุด

ปัทมา สุขศรี (2543) ได้ศึกษาความคิดเห็น ความต้องการ และปัญหาเกี่ยวกับการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น(ศึกษาศาสตร์) พบว่า ด้านความคิดเห็น นักเรียนมีความคิดเห็นว่าอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาให้อิสระในการรับรู้ข้อมูล ตามความสนใจส่วนตัว ช่วยค้นข้อมูลใหม่ ๆ ได้ง่าย และการฝึกหรือเรียนการสร้างโฮมเพจเป็นเรื่องน่าสนใจ ด้านความต้องการ นักเรียนต้องการศึกษาหาความรู้ผ่านทางอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาด้วยตนเอง ต้องการให้เพิ่มเวลาในการเข้าใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาในโรงเรียน

นงนุช เพ็ชร์รื่น(2543) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.88/82.22 สูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐาน 80/80

เลี้ยง ชาตาธิคุณ(2543) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนในวิชา ฟิสิกส์ เรื่องการชนและโมเมนตัม บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า โดยผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต ของ บุญเรือง เนียมหอม(2540) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนอีกทั้งนักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ได้เต็มความสามารถ คือ ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากกลุ่มได้ตลอดเวลาและกล้าแสดงความคิดเห็นทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ได้ฝึกคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์จินตนาการตลอดจนได้แสดงออกอย่างชัดเจน และมีเหตุผล นักเรียนจะได้รับการเสริมแรงให้ค้นหาคำตอบแก้ปัญหาทั้งด้วยตนเองและร่วมมือช่วยกัน นักเรียนได้ฝึกตนเองให้มีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน และนักเรียนได้รับการประเมินผลทันทีทำให้มีการปรับปรุงตนเองและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น ตลอดจนเกิดความสนใจที่จะใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

รุจโรจน์ แก้วอุไร(2543) ได้พัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุม พบว่า การพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุมได้องค์ประกอบระบบตามแนวคิดของการพัฒนาระบบการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวิเคราะห์ ประกอบด้วยการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ วิเคราะห์เนื้อหาและรายวิชา วิเคราะห์ผู้เรียน วิเคราะห์ผู้สอน วิเคราะห์สภาพแวดล้อมการเรียน วิเคราะห์งานและกิจกรรม 2) ขั้นการออกแบบ ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียน การเลือกเนื้อหารายวิชา การเลือกสื่อและกิจกรรมการเรียน 3) ขั้นการพัฒนาประกอบด้วย การกำหนดรายละเอียดของกิจกรรม การพัฒนาแบบวัดและวิธีการประเมินผล 4) ขั้นนำไปใช้ประกอบด้วย การนำแผนการดำเนินการสอนมาใช้ การดำเนินการสอน 5) ขั้นการควบคุมประกอบด้วย การประเมินผลการเรียน การประเมินผลระบบ ผลของการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่เรียนผ่านเครือข่ายใยแมงมุมกับนิสิตที่เรียนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่เรียนผ่านเครือข่ายใยแมงมุมสูงกว่านิสิตที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นิสิตที่เรียนผ่านระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุม มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุงอยู่ในระดับมาก

พูลศรี เวศย์อุพาร(2543) ได้ศึกษา ผลการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า เว็บไซต์วิชาสังคมศึกษา ส 402 เรื่องความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรัฐ ระบอบประชาธิปไตย ระบอบเผด็จการ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.98/87.77 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกแผนการเรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าปกติอย่างมีนัยสำคัยทางสถิติที่ P < .01 ความคงทนในการจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับการเรียนปกติไม่แตกต่างกัน เจตคติของนักเรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่อเว็บไซต์โดยรวมมีผลไปในทางบวก

สมพร สุขะ(2545) ได้พัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนิสิตที่มีต่อรูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) เพื่อศึกษาความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนิสิตที่เรียนรู้ด้วยตนเองจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การพัฒนารูปแบบอขงเว็บเพจกระทำตามขั้นตอนรวม 5 ขั้นตอนคือ 1) สร้างกรอบและแนวคิดการวิจัย 2) สร้างรูปแบบ 3) ปรับปรุงแก้ไข 4) ทดลองภาคสนาม และ 5) นำเสนอรูปแบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รวม 83 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมการทดลอง ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจ จำนวน 40 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองภาคสนามเพื่อพัฒนารูปแบบของเว็บเพจ จำนวน 43 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของเว็บเพจที่พัฒนาขึ้นในหกด้าน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหา, สื่อมัลติมิเดีย, การโต้ตอบกับผู้ใช้, ระบบการนำทาง, ภาพประกอบ, และส่วนสนับสนุนการใช้งาน มีความเหมาะสมในการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนิสิตระดับปริญญาตรี ในระดับต้องการมาก มีเจ็ดเรื่อง ได้แก่ แนะนำเว็บไซต์สำหรับวัยรุ่น, โครงการถอดรหัสพันธุกรรมมนุษย์, ผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้คอมพิวเตอร์, แนะนำวิธีคลาดเครียด, โทรศัพท์ฟรีผ่านอินเทอร์เน็ต, วิธีเรียนให้ประสบผลสำเร็จ และเส้นทางรถเมล์ไปมหาวิทยาลัยใน กทม. ซึ่งผลการทดสอบความรู้ของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .05

เอนก ประดิษฐ์พงษ์(2545) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามเกณฑ์ 80/80 และเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านการสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ และการตั้งสมมติฐาน ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนศรีพฤฒา ที่เลือกเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชีวิตและวิวัฒนาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องชีวิตและวิวัฒนาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผลการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า ผู้เรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตมีความพึงพอใจในการนำเอาอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอนผู้สอนและผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องการที่จะให้มีการพัฒนาการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจ การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีรายละเอียดในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. แบบแผนของการวิจัย
4. การดำเนินการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน120 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยการสุ่มแบบจัดกลุ่ม(Cluster Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร

1.2 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

รายละเอียดของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร

การศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร ประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวกับ ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ในขอบข่ายของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเนื้อหาความรู้เป็น 6 หน่วยการเรียนดังนี้

หน่วยที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส

หน่วยที่ 2 กัมมันตภาพรังสี

หน่วยที่ 3 การสลายของธาตุกัมมันตรังสี

หน่วยที่ 4 เสถียรภาพของนิวเคลียส

หน่วยที่ 5 ปฏิกิริยานิวเคลียร์

หน่วยที่ 6 ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

1.1.2 ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ เอกสารเกี่ยวกับ องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต, รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต และโครงสร้างของเว็บเพื่อการศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดรูปแบบกระบวนการเรียนการสอน และโครงสร้างของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

1.2 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 เขียนบทภาพ(Story Board) ของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น การเขียนบทภาพเป็นการกำหนด สิ่งที่ต้องการนำเสนองานบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ลงในกระดาษเพื่อเป็นต้นแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาที่จะนำเสนอ การกำหนดพื้นที่หน้าจอเพื่อแบ่งส่วนของการนำเสนอ ตัวอักษร ภาพ และการกำหนดเงื่อนไขการนำเสนอ (ภาคผนวก ช)

1.2.2 นำบทภาพที่เขียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตรศึกษาสาขาฟิสิกส์ ได้แก่ ดร. สนอง ทองปาน และ ดร. วิชาญ เลิศลพ นักวิชาการสาขาฟิสิกส์ ได้แก่ อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร และ อาจารย์ราม ติวารี ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง

ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ได้แก่ อาจารย์นพดล ทองอยู่สุข พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของการจัดทำเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น และนำบทภาพมาปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ(ภาคผนวก ง)

1.2.3 นำบทภาพที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาสร้างเป็นเว็บไซต์กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยใช้โปรแกรมช่วยสร้างเว็บไซต์(HTML Editor) ได้แก่ Macromedia Dreamweaver 4 โปรแกรมสร้างภาพกราฟฟิกและภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ Macromedia Flash และ Adobe PhotoShop แบบฝึกหัดและแบบทดสอบใช้โปรแกรมภาษาจาวาสคริป(Java script) และการทำฐานข้อมูลใช้โปรแกรมภาษา พีเอชพี(pHp) และมายเอสคิวแอล(Mysql)

1.2.4 ตรวจสอบการนำเสนอเว็บไซต์กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้โปรแกรมอ่านข้อมูลบนเว็บ(Web browser) Internet Explorer 5.0 ขึ้นไป ในการตรวจสอบการนำเสนอ (เครื่องคอมพิวเตอร์ควรมีคุณสมบัติเบื้องต้นดังนี้ ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 95, มีหน่วยความจำสำรอง 32 MB, ฮาร์ดดิสก์มีพื้นที่ว่างประมาณ 2 GB, จอภาพสีตั้งความละเอียดไว้ที่ 800 x 600 Pixels)

1.2.5 นำเว็บไซต์กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ส่งขึ้นสู่คอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยใช้โปรแกรม WinFtp โดยผู้วิจัยได้ส่งข้อมูลไว้ที่ผู้ให้บริการโฮมเพจฟรี (http://www.thcity.com) ซึ่งเรียกดูได้ที่ URL : http://www.thcity.com/phy_nuclear เมื่อทำการส่งข้อมูลสู่คอมพิวเตอร์แม่ข่ายเรียบร้อยแล้วทำการตรวจสอบผลการนำเสนอด้วยโปรแกรม Internet Explorer อีกครั้ง

1.2.6 นำเว็บไซต์ กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตรศึกษาสาขาฟิสิกส์ ได้แก่ ดร. สนอง ทองปาน นักวิชาการสาขาฟิสิกส์ ได้แก่ อาจารย์ราม ติวารี ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ได้แก่ ดร. วิชาญ เลิศลพ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนากิจกรรมการรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ ดร. สมพร สุขะ และอาจารย์เอนก ประดิษฐ์พงษ์ พิจารณาความเหมาะสมและคุณภาพของเว็บไซต์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขในข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์ในระดับ ใช้ได้ดี และตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประเมินโดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ภาคผนวก ง) แบ่งออกเป็น 4 ด้านดังนี้

1. เนื้อหาของกิจกรรม
2. การออกแบบระบบการเรียนการสอน
3. กราฟิก และภาพเคลื่อนไหว

ใช้ลักษณะการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนมีความหมาย ดังนี้

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

และให้ความหมาย โดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.0 – 1.50	หมายถึง	ควรปรับปรุง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	ใช้ได้ดี
คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	ใช้ได้ดีมาก

ตาราง 3 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อบกพร่อง	การแก้ไขของผู้วิจัย
1. คำหรือข้อความบางส่วนมีข้อผิดพลาดในการพิมพ์	1. แก้ไขคำที่ผิดให้ถูกต้อง
2. ใช้คำหรือข้อความที่มีความหมายเดียวกันไม่คงที่	2. ใช้ให้คำหรือข้อความที่สื่อความหมายเดียวกัน ให้เหมือนกันทั้งหมด โดยยึดตาม ราชบัณฑิตยสถาน
3. ปุ่มคำสั่งเชื่อมโยงเว็บเพจหน้าถัดไปไม่สามารถเชื่อมโยงได้	3. ปรับแก้ให้เชื่อมโยงเข้าสู่เว็บเพจหน้าถัดไปได้
4. ภาพประกอบบางส่วนยังไม่ถูกต้องชัดเจน	4. ภาพประกอบให้ถูกต้องชัดเจน
5. ภาพประกอบน้อยเกินไป	5. เพิ่มเติมภาพประกอบเนื้อหา

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อสร้างตารางจำแนกข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมที่วัดออกเป็น 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำแนกข้อสอบเรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

หน่วยการเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม (ข้อ)	ลำดับความสำคัญ
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ฯ	การนำไปใช้		
1. องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส 1.1 อธิบายองค์ประกอบของนิวเคลียสตามสมมติฐานโปรตอน–นิวตรอน และเขียนสัญลักษณ์ทางนิวเคลียร์ได้อย่างถูกต้อง		2 (1,2)			6	4
1.2 อธิบายสมบัติของนิวเคลียส ต่อไปนี้ มวลนิวเคลียส ประจุของนิวเคลียสและคำนวณรัศมีนิวเคลียสได้		2 (3,4)	1 (5)			
1.3 บอกความหมายของไอโซโทปและอธิบายความแตกต่างของ ไอโซโทปเสถียรกับไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้		1 (6)				
2. กัมมันตภาพรังสี 2.1 บอกความหมายของกัมมันตภาพรังสี กัมมันตรังสี และรังสีได้	1 (7)				5	5
2.2 อธิบายสมบัติของรังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสีได้	1 (9)	2 (8,10)	1 (11)			
3. การสลายของธาตุกัมมันตรังสี 3.1 อธิบายการสลายของธาตุกัมมันตรังสี พร้อมทั้ง คำนวณหาค่าคงที่ของการสลายและกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีได้		1 (12)		1 (13)	9	1
3.2 อธิบายความหมายและคำนวณหาค่าครึ่งชีวิตได้		1 (15)	1 (14)	1 (16)		
3.3 อธิบายการสลายของกัมมันตรังสีแบบต่าง ๆ ได้		4 (17-20)				
4. เสถียรภาพของนิวเคลียส 4.1 อธิบายธรรมชาติของแรงนิวเคลียร์และลักษณะของนิวเคลียสจากคุณสมบัติของแรงนิวเคลียร์ได้	1 (21)				5	5
4.2 อธิบายความหมาย ของพลังงานยึดเหนี่ยวและคำนวณหาพลังงานยึดเหนี่ยวและพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนได้	1 (23)		2 (22,24)			

ตาราง 4 (ต่อ)

หน่วยการเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม (ข้อ)	ลำดับความสำคัญ
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ฯ	การนำไปใช้		
4.3 นำความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน ไปอธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียสได้			1 (25)			
5. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ 5.1 บอกความหมายของปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้		2 (26,27)			8	2
5.2 คำนวณหาพลังงานนิวเคลียร์จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้			3 (28-30)			
5.3 อธิบายลักษณะของปฏิกิริยาฟิชชันและฟิวชัน และคำนวณหาพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยา ทั้งสองประเภท		2 (32,33)	1 (31)			
6. ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ 6.1 อธิบายวิธีการนำกัมมันตภาพรังสีมาใช้ประโยชน์ได้				2 (34,35)	7	3
6.2 อธิบายวิธีการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์ได้	1 (37)	1 (36)				
6.3 บอกอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีและวิธีป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีได้		2 (39,40)		1 (38)		
รวม	5	20	10	5	40	

2.3 สร้างข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 80 ข้อ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่พิจารณาบทภาพ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์และข้อคำถามกับพฤติกรรมที่วัด(IOC) ที่มีค่า 0.5 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ง)

2.4 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชัยบาดาลวิทยา ที่เคยเรียนเรื่องฟิสิกส์นิเคลียร์มาแล้ว และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

2.5 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย(p) ระหว่าง 0.22–0.74 และค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้จำนวน 40 ข้อ

2.6 นำแบบทดสอบที่คัดเลือก มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร K-R 20 (Kuder – Richardson 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.89 (ภาคผนวก จ)

3. การสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ดำเนินการสร้างดังนี้

การสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ดำเนินการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดเจตคติ ตามวิธีของลิเคิร์ต(Likert Scale) และการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งวัดความคิดเห็นของนักเรียน 3 ด้านดังต่อไปนี้

1. ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อกิจกรรมการเรียนรู้
2. ด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
3. ด้านการเห็นความสำคัญและเห็นประโยชน์ในกิจกรรมการเรียนรู้

ในข้อความเชิงนิมาน (Positive) มีการให้คะแนนดังนี้

ระดับ 1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ระดับ 2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
ระดับ 3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
ระดับ 4	หมายถึง	เห็นด้วย
ระดับ 5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ในข้อความเชิงนิเสธ (Negative) มีการให้คะแนนดังนี้

ระดับ 1	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ระดับ 2	หมายถึง	เห็นด้วย
ระดับ 3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
ระดับ 4	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
ระดับ 5	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.3 นำแบบสอบถามวัดเจตคติที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่พิจารณาบทภาพ ตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข(ภาคผนวก ง)

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) ซึ่งมีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวแบบสุ่มและมีการสอบครั้งแรกกับสอบครั้งหลัง(One group pretest posttest design) มีแบบแผนการวิจัยดังนี้

ตาราง 5 แบบแผนของการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

E แทน กลุ่มทดลอง(Experimental Group)

T_1 แทน การสอบก่อนเรียน(Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามวัดเจตคติ

X แทน การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

T_2 แทน การสอบก่อนเรียน(Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามวัดเจตคติ

การดำเนินการทดลอง

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื่องต้น แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทดลองใช้ครั้งที่ 1 ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อนจำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบและหาข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ในด้านเนื้อหา การออกแบบระบบการเรียนการสอน กราฟิกและภาพเคลื่อนไหว และเวลาที่ใช้ ประเมินผลโดยการใช้แบบสอบถามวัดความคิดเห็น การสังเกต และการสัมภาษณ์ หลังจากนั้นนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข(ภาคผนวก ง)

ตาราง 6 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องของการทดลองใช้ชุดทดลองกับนักเรียนกลุ่ม 3 คน

ข้อบกพร่อง	การแก้ไขของผู้วิจัย
1. คำหรือข้อความบางส่วนมีข้อผิดพลาดในการพิมพ์	1. แก้ไขคำที่ผิดให้ถูกต้อง
2. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบยากเกินไป	2. ปรับแก้ให้ความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน
3. แบบฝึกหัดบางส่วนเฉลยไม่ถูกต้อง	3. แก้ไขเฉลยให้ถูกต้อง
3. ส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูลไม่ได้	4. ปรับแก้ให้เชื่อมโยงเข้าสู่ฐานข้อมูล
5. ขนาดตัวอักษรเล็กเกินไป	5. ปรับตัวอักษรให้มีขนาดมาตรฐาน

ขั้นที่ 2 การทดลองใช้ครั้งที่ 2 ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแล้วจากการทดลองใช้ครั้งแรก ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อนจำนวน 9 คน ซึ่งมีระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน โดยเรียนพร้อมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบและหาข้อบกพร่องเป็นครั้งที่ 2 ประเมินผลโดยการใช้แบบสอบถามวัดความคิดเห็น การสังเกตและการสัมภาษณ์ หลังจากนั้นนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข(ภาคผนวก ง)

ขั้นที่ 3 การทดลองครั้งที่ 3 มีจุดมุ่งหมาย เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนและหลังการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ซึ่งนักเรียนทั้งหมดไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาก่อน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. เก็บข้อมูลก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น และแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน
2. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
3. เก็บข้อมูลในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน จากกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. เก็บข้อมูลหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน
5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้ จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยแต่ละชุดกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียนโดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร K-R 20 (Kuder – Richardson 20) นำไปใช้ทดสอบแล้วนำมาหาผลต่างของคะแนนก่อน – หลังเรียน โดยใช้สถิติ t – test dependent

3. วิเคราะห์แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยหาผลต่างของคะแนนก่อน – หลังเรียน ใช้โดยใช้สถิติ t – test dependent

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการวิจัยครั้งนี้กระทำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 10.0 for Window

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

จากสูตร $$\bar{X} = \frac{X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

X แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

จากสูตร $$S^2 = \frac{N\ X^2 - \left(X \right)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

X แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

X^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับเนื้อหาของกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง(ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 235)

จากสูตร $$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 215)

จากสูตร $$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

$$r = \frac{(R_H - R_L)}{N_H}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนผู้สอบกลุ่มสูงที่ตอบถูก

R_L แทน จำนวนผู้สอบกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N_H แทน จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร K – R 20 (Kuder-Richardson 20) ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 228)

จากสูตร $$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ $= \frac{\text{จำนวนคนตอบถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ $= 1 - p$

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 โดยการหาประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 56 - 57) โดยคำนวณจากสูตร E_1 / E_2

โดย $$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N}\right]}{A} \times 100$$ และ

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum Y}{N}\right]}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย

E_2 แทน ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนจบทุกหน่วยการเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 ใช้การทดสอบค่าที(t value) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสอบวัดจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน 2 ครั้ง (Test- retest or paired measurement) ผลต่างของคะแนนก่อน – หลัง ใช้ t – test แบบ Correlated samples or dependent samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165)

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

เมื่อ D แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับคะแนนก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

D^2 แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับคะแนนก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยนำไปทดลองวิจัยและพัฒนาบทเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ในโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อศึกษาในเรื่องต่อไปนี้

1. ศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ตามเกณฑ์ 80/80
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
3. ศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

1. ศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นนั้น ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1. เนื้อหาของกิจกรรม	4.40	0.51	ดี
2. การออกแบบระบบการเรียนการสอน	4.60	0.40	ดีมาก
3. กราฟิกและภาพเคลื่อนไหว	4.53	0.40	ดีมาก

จากตาราง 7 การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน อยู่ในระดับดีและดีมาก แสดงว่า กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความเหมาะสมทั้งในเรื่องเนื้อหาของกิจกรรม การออกแบบระบบการเรียนการสอนและกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว

กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยการเรียน คือ หน่วยที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส หน่วยที่ 2 กัมมันตภาพรังสี หน่วยที่ 3 การสลายของธาตุกัมมันตรังสี หน่วยที่ 4 เสถียรภาพของนิวเคลียส หน่วยที่ 5 ปฏิกิริยานิวเคลียร์ หน่วยที่ 6 ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ เมื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ ที่กำหนด 80/80 โดยการนำค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยรวมระหว่างเรียนเปรียบเทียบกับหลังเรียน ปรากฏผลดังตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบระหว่างเรียน(58 ข้อ)	58	47.00	2.39	81.03(E_1)
แบบทดสอบหลังเรียน(40 ข้อ)	40	32.10	2.52	80.25(E_2)

จากตาราง 8 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างเรียน มีค่าร้อยละ 81.03 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าร้อยละ 80.25 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพ 80 ตัวแรก และ 80 ตัวหลัง แสดงว่า มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

เมื่อนำผลคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มาเปรียบเทียบ ปรากฏผลดังตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านต่าง ๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

ด้านที่วัดผลสัมฤทธิ์	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบก่อนเรียน (N = 30)		คะแนนสอบหลังเรียน (N = 30)		t	$\overline{D}$	S.D.	p
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.				
1. ความรู้ความจำ	5	1.53	0.90	4.00	0.74	12.22**	2.47	1.11	.000
2. ความเข้าใจ	20	6.77	2.18	17.83	1.32	25.82**	11.07	2.35	.000
3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ฯ	10	3.70	1.58	6.60	1.57	7.72**	2.90	2.06	.000
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	5	2.03	1.22	3.67	0.92	5.00**	1.63	1.79	.000
รวม	40	13.76	3.23	32.10	2.52	25.82**	18.08	3.83	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนและหลังการเรียนผลการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกัน ($p < .01$) ในทุกด้าน แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้าน ทั้งด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ สูงขึ้น

3. ศึกษาเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

เมื่อนำผลคะแนนเฉลี่ย ในแต่ละด้านจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มาเปรียบเทียบกัน ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านต่าง ๆ จากการตอบแบบสอบถามก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้านที่วัดเจตคติ	คะแนนเต็ม	คะแนนเจตคติก่อนเรียน (N = 30)		คะแนนเจตคติหลังเรียน (N = 30)		t	$\bar{D}$	S.D.	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.				
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อกิจกรรมการเรียนรู้	45	32.47	3.91	36.73	3.51	5.57**	4.27	4.19	.000
2. การแสดงออกและมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	45	33.27	2.97	35.87	2.95	3.46**	2.60	4.12	.002
3. การเห็นความสำคัญและเห็นประโยชน์ในกิจกรรมการเรียนรู้	60	45.03	4.30	48.00	3.65	3.03**	2.97	5.36	.005
รวม	150	110.77	9.56	120.60	7.67	4.60**	9.83	11.70	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 คะแนนเฉลี่ยของผลการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการเปรียบเทียบแตกต่างกัน ($p < .01$) ในทุกด้าน แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีเจตคติด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการเห็นความสำคัญและเห็นประโยชน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ สูงขึ้น

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ การศึกษามีรายละเอียดและผลการวิจัยดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน
2. เจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 3 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 120 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยการสุ่มแบบจัดกลุ่ม(Cluster Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ตัวแปรตาม ได้แก่

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เก็บข้อมูลโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น จำนวน 40 ข้อและแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 30 ข้อ นำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน
2. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
3. เก็บข้อมูลในการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. เก็บข้อมูลหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น จำนวน 40 ข้อ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้สถิติ t – test for dependent samples
3. วิเคราะห์เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้สถิติ t – test for dependent samples

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.03/80.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p < .01$) เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ที่วัดในแต่ละด้าน ทั้งด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้นในทุกด้าน

3. การศึกษาเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเจตคติเฉลี่ยก่อนเรียน ($p < .01$) เมื่อพิจารณาเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในแต่และด้าน ทั้งด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการเห็นความสำคัญและเห็นประโยชน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้นในทุกด้าน

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาวิจัย อภิปรายผล ได้ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพ 81.03/80.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งผลการวิจัยข้างต้นเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างเรียน มีค่าร้อยละ 81.03 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าร้อยละ 80.25 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการดังนี้

ประการแรก ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์หลักการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และทำการพัฒนามาเป็นลำดับขั้นตอน โดยผ่านกระบวนการตรวจสอบบทภาพและเว็บไซต์ที่สำเร็จเรียบร้อยจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลการประเมินอยู่ในระดับดีและดีมาก หลังจากนั้น จึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่ม 3 คน และกลุ่ม 9 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และนำผลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่ง ไพทูรย์ ศรีฟ้า. (2544 : 246) กล่าวว่า การพัฒนาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องผ่านกระบวนการและขั้นตอนการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญมากมาย ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่จะนำไปใช้เพื่อการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ประการที่สอง รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้น ได้ออกแบบให้มีลักษณะที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยออกแบบด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จึงมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ ความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน และ มีกิจกรรมระหว่างเรียน ได้แก่ แบบฝึกหัดและแบบทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียน ให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจและประเมินความก้าวหน้าของตนเอง รวมทั้งมีการแจ้งคะแนนพร้อมเฉลยและผลการประเมิน ซึ่งเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับและเสริมแรง จึงทำให้นักเรียนสนใจเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน ได้ออกแบบให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง สามารถเรียนได้ตามความถนัดของตน ซึ่งสอดคล้องผลการศึกษาของ รุจโรจน์ แก้วอุไร (2543 : 142) ที่พบว่า การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ นักเรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง สามารถทบทวนการเรียนได้ตลอดเวลา และนักเรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาก่อนหลังได้ตามความต้องการ ซึ่ง ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2544 : 38) กล่าวว่า นักเรียนที่ควบคุมการเรียนของตนได้ย่อมจะได้รับความรู้และมีการจดจำได้ดีขึ้น

ด้านกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีการนำเสนอโดยการเชื่อมโยงข้อความ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว (ภาพเคลื่อนไหวบางส่วนนักเรียนสามารถควบคุมได้) ที่เกี่ยวเนื่องกันไว้ด้วยกัน ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้มีความเข้าใจในบทเรียนและยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจบทเรียนมากขึ้น ซึ่ง สมพร สุขะ (2545 : 117) กล่าวว่า การที่กิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนประกอบด้วยภาพที่หลากหลายลักษณะนอกจากจะช่วยเสริมความเข้าใจในการอ่านเนื้อหาที่เป็นข้อความตามปกติได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความพึงพอใจ สนใจใคร่รู้และมีความรู้สึกว่าตนเองมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

ประการที่สาม กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ซึ่งกำลังอยู่ในความสนใจของนักเรียน และนักเรียนยังไม่เคยเรียนด้วยวิธีนี้มาก่อน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และสนใจเรียนมากเป็นพิเศษ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พูลศรี เวศย์อุพาร(2543 : 114) ที่พบว่า นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น และรู้สึกสนใจเป็นพิเศษเมื่อเรียนวิชาสังคมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

อย่างไรก็ตาม พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีข้อจำกัด ในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณและต้องการคำอธิบาย ซึ่งการใช้วิธีการถามและตอบ ด้วยกระดานข่าว(เว็บบอร์ด) และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มีความล่าช้า ประกอบกับการอธิบายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความยุ่งยากในการพิมพ์สูตร สมการ และเลขยกกำลัง ซึ่งผู้วิจัยแก้ปัญหาด้วยวิธีการอธิบายเสริมให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีเดียวกับการเรียนในห้องเรียนปกติ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน($p = .01$) ในทุกด้านที่วัด คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้งในด้านเนื้อหาของกิจกรรม ด้านการออกแบบระบบกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว ซึ่งผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดีและดีมาก อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ผ่านการหาประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และมีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสมกับนักเรียน จึงถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอรีเน็ตนี้มีประสิทธิภาพทำให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ เลี้ยง ชาติธิคุณ(2543 : 106) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการชนและโมเมนตัม บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สมพร สุขะ (2545 : 120) ที่พบว่า ผลการทดสอบความรู้ของนิสิตหลังเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเอนก ประดิษฐ์พงษ์(2545 : 65)

ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องชีวิตและวิวัฒนาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประการที่สอง กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นสื่อการเรียนที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน นักเรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาส่วนที่ต้องการทบทวน โดยไม่ต้องเรียนในส่วนที่เข้าใจแล้ว ระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนยังมี แบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน ซึ่งมีการแจ้งคะแนน เฉลย และผลการประเมิน ช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ รวมทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีการใช้สื่อหลายมิติ ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ซึ่งเนื้อหาเรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น เป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เมื่อมีภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวมาประกอบ พร้อมคำอธิบายจึงเป็นการเรียนที่มีรูปแบบการนำเสนอที่ชัดเจน(พูลศรี เวศย์อุพาร. 2543 : 114) ประกอบกับนักเรียนสามารถควบคุมภาพเคลื่อนไหวได้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนสามารถทบทวน ดูภาพย้อนกลับ ทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากยิ่งขึ้น

อนึ่งจากผลการวิจัย พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการเรียนที่นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติกับสื่อของจริง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่สูงมากนัก

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนและเป็นสื่อการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่ง ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในทุกด้าน คือ ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมการเรียนรู้และด้านการเห็นความสำคัญและเห็นประโยชน์ใน กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 อาจเนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการเรียนรูปแบบใหม่ อยู่ในความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความสามารถ ทำให้นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน จากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ นักเรียนมีเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พูลศรี เวศย์อุพาร(2543 : 115) ที่พบว่า เจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาสังคมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีผลไปในทางบวก รุจโรจน์ แก้วอุไร (2543 : 143) ที่พบว่า นิสิตที่เรียนผ่านเครือข่ายใยแมงมุมมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนในระดับมาก และไพฑูรย์ ศรีฟ้า(2544 : 245) ที่พบว่า เจตคติของนักเรียนต่อระบบการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทยอยู่ในระดับที่ดีมาก

และจากผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากนักเรียนเคยมีประสบการณ์จากการใช้บริการต่าง ๆ จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมทั้งเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตกำลังอยู่ในความสนใจของนักเรียน จึงส่งผลต่อคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน แต่อย่างไรก็ตาม หลังจากเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกด้าน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ควรมีการสำรวจความรู้และทักษะพื้นฐานในการใช้อินเทอร์เน็ตของนักเรียน กรณีที่มีนักเรียนที่ขาดพื้นฐานทางด้านอินเทอร์เน็ต ผู้สอนควรมีการสอนและฝึกทักษะให้นักเรียนก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในการนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้จริง ควรให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของแต่ละคน ไม่มีการกำหนดเวลา เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในบทเรียนอย่างอิสระและเกิดการเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของแต่ละคน อย่างไรก็ตามในการเรียนด้วยตนเองของนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้ ยังมีข้อจำกัดในเนื้อหาส่วนที่มีการคำนวณ นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณและต้องการคำอธิบาย ซึ่งการใช้วิธีการถามและตอบด้วยกระดานข่าว(เว็บบอร์ด) และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มีความล่าช้า ประกอบกับการอธิบายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความยุ่งยากในการพิมพ์สูตรสมการและเลขยกกำลัง ผู้สอนอาจจะอธิบายเสริมให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีเดียวกับการเรียนในห้องเรียนปกติ

3. ในการนำกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปใช้ ผู้สอนควรมีความรู้และทักษะการใช้อินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ตอบโต้กับผู้เรียน ด้วยวิธีต่าง ๆ ได้ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ กระดานข่าว เป็นต้น

4. ผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการตอบคำถามที่ผู้เรียนถามผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และกระดานข่าว เพื่อเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับและเป็นการเสริมแรงทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเรียน

5. ผู้สอนสามารถสอดแทรกกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้กับผู้เรียนได้ เช่น การทดลองแบบอุปมาอุปไมย หรือแนะนำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับโปรแกรมต่าง ๆ เช่น Microsoft Excel(ในการคำนวณ หรือแสดงกราฟ), Microsoft Word(ในการทำรายงาน)

6. ผู้สอนควรจะปรับปรุงเนื้อหาที่อยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในเรื่องอื่นหรือรายวิชาอื่นๆ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมเข้าสู่ยุคเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร(ICT: Information and Communication Technology)

2. ควรมีการศึกษาผลการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นอื่น ๆ

3. ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในโรงเรียนกับการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามอัธยาศัยว่ามีผลแตกต่างกันอย่างไร

4. ควรศึกษาผลการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

5. ควรมีการศึกษาผลการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยการประเมินผลตามสภาพจริง

6. ควรมีการศึกษาผลของการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้การเรียนแบบกลุ่มสัมพันธ์ หรือการเรียนแบบร่วมมือ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กิดานันท์ มลิทอง. (2539). *อธิบายศัพท์ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต มัลติมิเดีย.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิศวกรรมศาสตร์. (ม.ป.ป.). *มารู้จักรังสีกันเถอะ.* กรุงเทพฯ: ส.เอเซียเพรส(1989).

----------. (ม.ป.ป.). *รังสีกับสุขภาพมนุษย์.* กรุงเทพฯ: ส.เอเซียเพรส(1989).

ชรีย์พร ภูมา. (2543). *ความคาดหวังและความพึงพอใจในการใช้ประโยชน์จากเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย (SchoolNet) เพื่อพัฒนาการศึกษาและเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ น.ม. (สื่อสารมวลชน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2520). *การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ.* กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถนอมพร ตันพิพัฒน์. (2539, กรกฎาคม – กันยายน). "อินเตอร์เน็ตเพื่อการศึกษา," *วารสารครุศาสตร์.* 25(1) : 3 – 9.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2544,มกราคม – มิถุนายน). "การสอนบนเว็บ (Web – Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน," *ศึกษาศาสตร์สาร.* 28(1) : 87 – 89.

----------. (2544,ตุลาคม – ธันวาคม). "E-learning ทางเลือกใหม่ของการศึกษาในยุคสารสนเทศ," *สสวท..* 30(115) : 36 – 45.

ธงชัย ชิวประชา, ณรงค์ชัย ธูปพนม และ ปรีชาญ เดชศรี. (2526). "การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วย 8 – 15.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นงนุช เพ็ชร์รื่น. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เรื่อง ความปลอดภัยของโปรแกรม.* วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

บุญเรือง เนียมหอม. (2540). *การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา.* วิทยานิพนธ์ ค.ด. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ปฐม แหยมเกตุ, มณฑา ปุณณชัยยะ และ กรรณิการ์ แดนลาดแก้ว. (2544). *รังสีและกากกัมมันตรังสี.* กรุงเทพฯ: กองขจัดกากกัมมันตรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ.

ปฐม แหยมเกตุ, สุรศักดิ์ พงศ์พันธุ์สุข และ สุกัญญา จันทรมงคล. (2544). *เจาะลึกเรื่องของปรมาณู.* กรุงเทพฯ: ฝ่ายเผยแพระและประชาสัมพันธ์ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2526). *ทัศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: พีรพัฒนา.

ปัทมา สุขศรี. (2543). *ความคิดเห็น ความต้องการ และปัญหาเกี่ยวกับการใช้อินเตอร์เน็ตเพื่อการศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์).* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

พรชัย กำหอม. (2543). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องแม่เหล็ก – ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอน ตามแนวคิดของออซูเบล.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). *การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์.* กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พัชรีภรณ์ บางเขียว. (2542). *การประเมินประสิทธิผลของโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทยของโรงเรียนมัธยมศึกษา.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พูลศรี เวศย์อุฬาร. (2543). *ผลการเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เนตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เพ็ญทิพย์ จิรพินนุสรณ์. (2539). *พฤติกรรมการแสวงหาข่าวสารผ่านสื่อมวลชนและอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาและบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2544). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ยืน ภู่วรวรรณ และ อโนมา สุวรรณาภิชาติ. (2543,มกราคม – กุมภาพันธ์). "การปฏิรูปการเรียนรู้ในสหัสวรรษหน้ากรณีศึกษา," *ข่าวสารกองบริการการศึกษา.* 11(83) : 10.

ยืน ภู่วรวรรณ. (2543, กรกฎาคม – กันยายน). "การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแผนการปฏิรูปการศึกษา," *สสวท.* 28(110) :9

รุจโรจน์ แก้วอุไร. (2543). *การพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุม.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เลี้ยง ชาตาธิคุณ. (2543). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การชนและโมเมนตัมบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม. (2539). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย ในการสอนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์ - การสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

วาสนา สุขกระสานติ. (2541). *โลกของคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจิตร เส็งหะพันธุ์. (2543?). "การสอนวิทยาศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถ," *การประชุมปฏิบัติการระดมความคิดครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิสัยทัศน์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยุคหลังปี ค.ศ. 2000. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.*

วิโรจน์ ตันตราภรณ์. (2543, กรกฎาคม – กันยายน). "แนวทางการดำเนินการปฏิรูปการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี," *สสวท.*. 28(110) : 9.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2540). *หนังสือเรียนฟิสิกส์ เล่ม 6 ว 025.* กรุงเทพฯ: องค์การค้าคุรุสภา.

----------. (2542). *คู่มือครู วิชาฟิสิกส์ 5 ว 029.* กรุงเทพฯ: องค์การค้าคุรุสภา.

----------. (2542). *หนังสือเรียนฟิสิกส์ เล่ม 5 ว 029.* กรุงเทพฯ: องค์การค้าคุรุสภา.

สมพร จองคำ. (2544). "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์," ใน *การฝึกอบรมหลักสูตรพลังงานนิวเคลียร์และการใช้ประโยชน์.* 27-46. กรุงเทพฯ: สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

สมพร สุขะ. (2545). *การพัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์. (2522, กรกฎาคม). "การวัดเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์," *มิตรครู.* 13 : 11 – 15

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2541). *วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *การปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

----------. (2543). *รายงานการเสวนาทางวิชาการ เรื่อง ยุทธศาสตร์ในการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา : บทเรียนจากประเทศอังกฤษและญี่ปุ่น.* กรุงเทพฯ: กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา.

----------. (2544). "กรอบนโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาไทย," ใน *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการ การจัดทำโครงการวิจัยวิทยาศาสตร์ศึกษา.* กรุงเทพฯ : กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา.

สิปปนนท์ เกตุทัต. (2000 – 2001). "สสวท. กับ พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน," *THAILAND EDUCATION JOURNAL.* 1(7) :37.

สุรพงษ์ พิมพ์จันทร์. (2544). "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์," ใน *การฝึกอบรมหลักสูตรพลังงานนิวเคลียร์และการใช้ประโยชน์.* 1-26. กรุงเทพฯ: สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

องอาจ ฤทธิ์ทองพิทักษ์. (2539). *พฤติกรรมการสื่อสารผ่านระบบเวิลด์ไวด์เว็บของนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ น.ม. (การประชาสัมพันธ์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

อติพร หวังวัชรกุล. (2543). *เครือข่ายโรงเรียนและเว็บไซต์สำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขานุการ คณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ.

อนิรุทธ์ สติมั่น. (2542). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทางอินเตอร์เน็ต เรื่อง การถ่ายภาพสำหรับบุคคลทั่วไป*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุไรวรรณ จุณภาต. (2534). *นิวเคลียร์ฟิสิกส์*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง

----------. (2541). *คู่มือนิวเคลียร์ฟิสิกส์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง

เอนก ประดิษฐ์พงษ์. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชีวิตและวิวัฒนาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Brain Patrick, Beaudrie. (2000). "Analysis of Group Problem – solving Tasks in a Geometry Course for Teachers using Computer – mediated Conferencing," (online). Available: http:// wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9962225

Collins, Michael. (1998). "The Use of E-mail and Electronic Bulletin Boards in College-Level Biology," *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. (online). 14(3). Available: http:// www.aace.org/pubs/jmst/v17n1.htm

G. Shotsberger, Paul. (1999). "The INSTRUCT Project: Web Professional Development for Mathematic Teachers," *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. (online). 14(3). Available: http:// www.aace.org/pubs/jmst/v18n1.htm

Gulsun Kuruback. (2000). "Online Learning: A Study of Students Attitudes towards Web-based Instruction (WBI)," (online). Available: http:// wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9973125

John Phillip Barnard. (2000). "A Study of Internet and Library use in an Academic Setting," (online). Available: http:// wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/p9962600

Khoo, Guan-Seng. (1998). "Using Visualiztion and Simulation Tools in Tertiary Scienec Edcation," *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. (online). 14(3). Available: http:// www.aace.org/pubs/jmst/v17n1.htm

Ramsey, Phillip. Roda, Roy. & Acquah, Sharon. (1995). "Collaborative Learning for Computer Science Students," *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. (online). 14(3). Available: http:// www.aace.org/pubs/jmst/v14n3.htm

Ronald L. Greene. (September 2001). "Illuminating Physics via Web – Based Self – Study," *THE PHYSICS TEACHER*. 39(6): 356 - 360

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

1. อาจารย์ ดร. สนอง ทองปาน
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร. วิชาญ เลิศลพ
   คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
3. อาจารย์ ดร. สมพร สุขะ
   ภาควิชาเทคโนโลยีทัศนสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกรุงเทพฯ
4. อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร
   สาขาวิชาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ
5. อาจารย์ราม ติวารี
   สาขาวิชาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ
6. อาจารย์นพดล ทองอยู่สุข
   หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดเบญจมบพิตร กรุงเทพฯ
7. อาจารย์เอนก ประดิษฐ์พงษ์
   หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีพฤฒา กรุงเทพฯ

ที่ ทม 1012/ 6174

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

14 สิงหาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม แบบทดสอบ และเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ฯ

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และอาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สนอง ทองปาน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น และเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้นางสาวทิภากร สาริกา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731, 5644
โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ 6179

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

14 สิงหาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม แบบทดสอบ และเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ฯ

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และอาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายราม ติวารี นักวิชาการ และ นายรังสรรค์ ศรีสาคร ผู้ชำนาญ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น และเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวทิภากร สาริกา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731, 5644
โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ 6140

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

14 สิงหาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม แบบทดสอบ และเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ฯ

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์วิชาญ เลิศลพ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น และเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้นางสาวทิภากร สาริกา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731, 5644
โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ ๑๑๐๕

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ นายราม ติวารี นักวิชาการ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินให้ นางสาวทิภากร สาลิกา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731
โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : หากมีข้อสอบถามเกี่ยวกับเอกสาร กรุณาติดต่อนิสิต เบอร์โทรศัพท์ 06-0183162

ที่ ทม 1012/๑๑๐๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และอาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ อาจารย์วิชาญ เลิศลพ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินให้ นางสาวทิภากร สาลิกา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731
โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : หากมีข้อสอบถามเกี่ยวกับเอกสาร กรุณาติดต่อนิสิต เบอร์โทรศัพท์ 06-0183162

ที่ ทม 1012/๑๑๑๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีพฤฒา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ อาจารย์เอนก ประดิษฐพงษ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินให้ นางสาวทิภากร สาลิกา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731
โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : หากมีข้อสอบถามเกี่ยวกับเอกสาร กรุณาติดต่อนิสิต เบอร์โทรศัพท์ 06-0183162

ที่ ทม 1012/ ๑๑๗๗

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และอาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ อาจารย์สมพร สุขะ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินให้ นางสาวทิภากร สาลิกา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731
โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : หากมีข้อสอบถามเกี่ยวกับเอกสาร กรุณาติดต่อนิสิต เบอร์โทรศัพท์ 06-0183162

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

ที่ ทม 1012/ ๑๔๒๐

๑๖ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีพฤฒา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และอาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในระหว่างเดือนธันวาคม 2545 - มกราคม 2546

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวทิภากร สาลิกา ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731
โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : หากมีข้อสอบถามเกี่ยวกับเอกสาร กรุณาติดต่อนิสิต เบอร์โทรศัพท์ 06-0183162

ที่ ทม 1012/ 0168

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

3 มกราคม 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม และแบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวทิภากร สาริกา นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และอาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ในระหว่างเดือนมกราคม 2546

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวทิภากร สาริกา ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731
โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : หากมีข้อสอบถามเกี่ยวกับเอกสาร กรุณาติดต่อนิสิต เบอร์โทรศัพท์ 06-0183162

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
- แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
- แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
- แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

<u>คำชี้แจง</u> ให้ท่านพิจารณาว่าเนื้อหามีความเหมาะสมในการนำมาจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยพิจารณาจากคะแนนดังต่อไปนี้

+1 ถ้าท่านเห็นด้วยว่าเนื้อหามีความเหมาะสมในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
0 ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าเนื้อหามีความเหมาะสมในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
-1 ถ้าท่านไม่เห็นด้วยว่าเนื้อหามีความเหมาะสมในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

โปรดตอบโดยเขียนเครื่องหมาย ✓ลงในช่องคะแนน +1, 0 และ -1 ตามความเห็นของท่าน

รายการที่ประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 1 - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา				
2. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 2 - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา				
3. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 3 - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา				

รายการที่ประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
4. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 4 - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา				
5. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 5 - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา				
6. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 6 - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับหน่วยที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับหน่วยที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับหน่วยที่ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับหน่วยที่ 4

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับหน่วยที่ 5

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับหน่วยที่ 6

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

(...../...../.....)

แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น เพื่อนำไปข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงและแก้ไข กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป กิจกรรมนี้ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียน ได้แก่

หน่วยที่ 1 องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส
หน่วยที่ 2 กัมมันตภาพรังสี
หน่วยที่ 3 การสลายของธาตุกัมมันตรังสี
หน่วยที่ 4 เสถียรภาพของธาตุกัมมันตรังสี
หน่วยที่ 5 ปฏิกิริยานิวเคลียร์
หน่วยที่ 6 ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

หมายเหตุ เปิดดูเว็บไซต์กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น จาก www.thcity.com/phy_nuclear

แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ) ..... ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....ประสบการณ์การทำงาน.....ปี

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาคุณภาพ กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ต้องปรับปรุง 1	
1. ด้านเนื้อหาของกิจกรรม						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์						
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชา						
1.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน						
1.5 ความเหมาะสมของกิจกรรมระหว่างเรียน						
1.6 ความเหมาะสมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน						
2. ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน						
2.1 การนำเสนอหน้าหลัก(home page) ของกิจกรรมการเรียนรู้						
2.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยตลอด						
2.3 การควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้ปุ่มต่าง ๆ						
2.4 ความน่าสนใจ ชวนให้ติดตามบทเรียน						
2.5 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอโดยรวม						
3. ด้านกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว						
3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร						
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร						
3.3 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษรกับสีพื้น						
3.4 ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ						
3.5 ความถูกต้องของภาพประกอบ						
3.6 ความชัดเจนของการนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ด้านเนื้อหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ด้านกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(...../...../.....)

แบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ชื่อ – สกุล (ของนักเรียน) .....ชั้น.....
โรงเรียน.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาคุณภาพ กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามระดับความคิดเห็นของนักเรียน

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ต้องปรับปรุง 1	
1. ด้านเนื้อหาของกิจกรรม						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์						
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชา						
1.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน						
1.5 ความเหมาะสมของกิจกรรมระหว่างเรียน						
1.6 ความเหมาะสมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน						
2. ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน						
2.1 การนำเสนอหน้าหลัก(home page) ของกิจกรรมการเรียนรู้						
2.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยตลอด						
2.3 การควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้ปุ่มต่าง ๆ						
2.4 ความน่าสนใจ ชวนให้ติดตามบทเรียน						
2.5 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอโดยรวม						
3. ด้านกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว						
3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร						
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร						
3.3 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษรกับสีพื้น						
3.4 ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ						
3.5 ความถูกต้องของภาพประกอบ						
3.6 ความชัดเจนของการนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ด้านเนื้อหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ด้านกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(...../...../.....)

แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
ด้านความสอดคล้องของพฤติกรรมที่วัดกับข้อคำถาม

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ) ..... ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่วัด โดยพิจารณาจากคะแนนต่อไปนี้

+1 หมายถึง ท่านเห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมที่วัด
0 หมายถึง ท่านไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมที่วัด
-1 หมายถึง ท่านไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมที่วัด

โปรดตอบโดยเขียนเครื่องหมาย ✓ลงในช่องคะแนน +1, 0 และ -1 ตามความเห็นของท่าน

ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	ความเข้าใจ				
2	ความรู้ ความจำ				
3	ความเข้าใจ				
4	ความเข้าใจ				
5	ความรู้ ความจำ				
6	ความเข้าใจ				
7	ความเข้าใจ				
8	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
9	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
10	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
11	ความเข้าใจ				
12	ความเข้าใจ				
13	ความรู้ ความจำ				
14	ความรู้ ความจำ				
15	ความรู้ ความจำ				
16	ความเข้าใจ				
17	ความรู้ ความจำ				
18	ความเข้าใจ				
19	ความเข้าใจ				
20	ความเข้าใจ				
21	ความเข้าใจ				
22	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
23	ความเข้าใจ				

ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
24	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
25	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
26	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
27	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
28	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
29	ความเข้าใจ				
30	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
31	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
32	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
33	ความเข้าใจ				
34	ความเข้าใจ				
35	ความเข้าใจ				
36	ความเข้าใจ				
37	ความเข้าใจ				
38	ความเข้าใจ				
39	ความเข้าใจ				
40	ความเข้าใจ				
41	ความรู้ ความจำ				
42	ความเข้าใจ				
43	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
44	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
45	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
46	ความเข้าใจ				
47	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
48	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
49	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
50	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
51	ความเข้าใจ				
52	ความเข้าใจ				
53	ความเข้าใจ				
54	ความเข้าใจ				
55	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
56	ความเข้าใจ				
57	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				

ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
58	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
59	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
60	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
61	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
62	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
63	ความเข้าใจ				
64	ความเข้าใจ				
65	ความเข้าใจ				
66	กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
67	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
68	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
69	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
70	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
71	ความรู้ ความจำ				
72	ความเข้าใจ				
73	ความเข้าใจ				
74	ความรู้ ความจำ				
75	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
76	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
77	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
78	ความเข้าใจ				
79	ความเข้าใจ				
80	ความเข้าใจ				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

(...../...../.....)

แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
ด้านความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ) ..... ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาจากคะแนน ดังต่อไปนี้

+1 หมายถึง ท่านเห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์
0 หมายถึง ท่านไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์
-1 หมายถึง ท่านไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์

โปรดตอบโดยเขียนเครื่องหมาย ✓ลงในช่องคะแนน +1, 0 และ -1 ตามความเห็นของท่าน

ข้อที่	จุดประสงค์ข้อที่	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	1.1				
2	1.1				
3	1.1				
4	1.1				
5	1.2				
6	1.2				
7	1.2				
8	1.2				
9	1.2				
10	1.2				
11	1.3				
12	1.3				
13	2.1				
14	2.1				
15	2.2				
16	2.2				
17	2.2				
18	2.2				
19	2.2				
20	2.2				
21	2.2				
22	2.2				
23	3.1				

ข้อที่	จุดประสงค์ข้อที่	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
24	3.1				
25	3.1				
26	3.1				
27	3.2				
28	3.2				
29	3.2				
30	3.2				
31	3.2				
32	3.2				
33	3.3				
34	3.3				
35	3.3				
36	3.3				
37	3.3				
38	3.3				
39	3.3				
40	3.3				
41	4.1				
42	4.1				
43	4.2				
44	4.2				
45	4.2				
46	4.2				
47	4.2				
48	4.2				
49	4.3				
50	4.3				
51	5.1				
52	5.1				
53	5.1				
54	5.1				
55	5.2				
56	5.2				
57	5.2				

ข้อที่	จุดประสงค์ข้อที่	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
58	5.2				
59	5.2				
60	5.2				
61	5.3				
62	5.3				
63	5.3				
64	5.3				
65	5.3				
66	5.3				
67	6.1				
68	6.1				
69	6.1				
70	6.1				
71	6.2				
72	6.2				
73	6.2				
74	6.2				
75	6.3				
76	6.3				
77	6.3				
78	6.3				
79	6.3				
80	6.3				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

(...../...../.....)

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ชื่อ – สกุล (ของผู้เชี่ยวชาญ) ..... ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามที่ต้องการจะวัด โดยพิจารณาจากคะแนนดังต่อไปนี้

+1 หมายถึง ท่านเห็นด้วยว่าข้อคำถามเหมาะสม
0 หมายถึง ท่านไม่แน่ใจว่าข้อคำถามเหมาะสม
-1 หมายถึง ท่านไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามเหมาะสม

โปรดตอบโดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน +1, 0 และ -1 ตามความเห็นของท่าน

ข้อที่	ลักษณะข้อคำถาม	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	เชิงบวก				
2	เชิงบวก				
3	เชิงบวก				
4	เชิงบวก				
5	เชิงบวก				
6	เชิงบวก				
7	เชิงลบ				
8	เชิงลบ				
9	เชิงลบ				
10	เชิงบวก				
11	เชิงบวก				
12	เชิงบวก				
13	เชิงบวก				
14	เชิงบวก				
15	เชิงบวก				
16	เชิงบวก				
17	เชิงบวก				
18	เชิงลบ				
19	เชิงบวก				
20	เชิงบวก				
21	เชิงบวก				
22	เชิงบวก				

ข้อที่	ลักษณะข้อคำถาม	คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
23	เชิงบวก				
24	เชิงบวก				
25	เชิงบวก				
26	เชิงบวก				
27	เชิงบวก				
28	เชิงบวก				
29	เชิงลบ				
30	เชิงลบ				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

(...../...../.....)

ภาคผนวก ค

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
- แบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก มีจำนวน 40 ข้อ ให้เวลาทำ 150 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย ✕ ลงในช่องของตัวเลือกที่ต้องการเลือกในกระดาษคำตอบ ถ้าแก้ไขตัวเลือกให้ทำเครื่องหมาย = ทับตัวเลือกที่ไม่ต้องการ

ตัวอย่าง

0. พืชส่วนใหญ่มีใบสีอะไร
   - ก. สีแดง
   - ข. สีเขียว
   - ค. สีเหลือง
   - ง. สีน้ำตาล

ถ้าต้องการเลือก ข้อ ข. ให้ทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0		✕			

ต้องการแก้ไขตัวเลือกจากข้อ ง. ให้ทำเครื่องหมาย = ทับตัวเลือกที่ไม่ต้องการ แล้วเลือกใหม่

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0		✕		✕	

3. ห้ามขีด ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
4. เขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ ให้ชัดเจน
5. ถ้ามีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามกรรมการคุมสอบ
6. ให้ส่งกระดาษคำตอบและข้อสอบคืนทั้งหมด ก่อนออกจากห้องสอบ

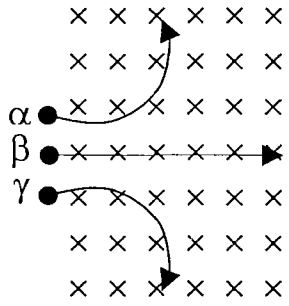
ค่าคงที่ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

กำหนดให้ มวล ไฮโดรเจน เท่ากับ 1.0078 u
มวล โปรตอน เท่ากับ 1.0073 u
มวล นิวตรอน เท่ากับ 1.0087 u
มวล อิเลคตรอน เท่ากับ 0.0005 u
N_A เท่ากับ 6.02×10^{23} ต่อโมล
1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 931 MeV
1 MeV เท่ากับ 1.6×10^{-13} J

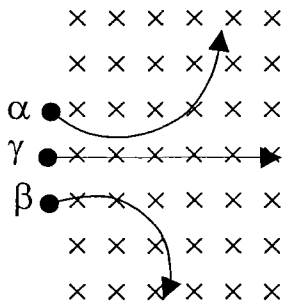
1. อะตอมของธาตุ $^{196}_{78}Pt$ และ $^{197}_{79}Au$ จะมีจำนวนอนุภาคใดเท่ากัน
   ก. โปรตอน
   ข. นิวตรอน
   ค. นิวคลีออน
   ง. อิเล็กตรอน
2. นิวเคลียสของธาตุ X ประกอบด้วย นิวตรอน 22 อนุภาคและโปรตอน 18 อนุภาค ข้อใดคือสัญลักษณ์ของนิวเคลียสธาตุ X
   ก. $^{22}_{18}X$
   ข. $^{40}_{18}X$
   ค. $^{18}_{40}X$
   ง. $^{40}_{22}X$
3. จำนวนนิวตรอนในนิวเคลียส $^{27}_{13}Al$ กับ $^{16}_{8}O$ มีค่าต่างกันเท่าใด
   ก. 5 อนุภาค
   ข. 6 อนุภาค
   ค. 10 อนุภาค
   ง. 11 อนุภาค
4. จากคำกล่าวที่ว่าเลขมวลของนิวเคลียสมีค่าใกล้เคียงกับมวลอะตอมมากนั้น ข้อใดต่อไปนี้น่าจะเป็นเหตุผลที่เป็นไปได้
   ก. นิวเคลียสประกอบด้วยนิวตรอนและโปรตอน
   ข. นิวเคลียสมีรัศมีเล็กกว่ารัศมีอะตอมประมาณ 10^{-15}
   ค. นิวคลีออนในนิวเคลียสเป็นคลื่นนิ่ง เหมือนอิเล็กตรอนในอะตอม
   ง. อิเล็กตรอนอยู่ในนิวเคลียสไม่ได้เพราะขัดกับหลักความไม่แน่นอน
5. ธาตุ X มีเลขมวล 189 มีรัศมีนิวเคลียสเป็น 3 เท่าของรัศมีนิวเคลียสของ ธาตุ Y จงหาว่า ธาตุ Y คือธาตุในข้อใด
   ก. $^{6}_{3}Li$
   ข. $^{7}_{4}Be$
   ค. $^{13}_{6}C$
   ง. $^{15}_{7}N$
6. ข้อความใด กล่าว**ผิด**
   ก. ไอโซโทปทั้งหมดเป็นธาตุกัมมันตรังสี
   ข. ไอโซโทปกัมมันตรังสีสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้
   ค. ไอโซโทปที่ไม่มีการสลายตัวอีก เรียก ไอโซโทปเสถียร
   ง. ไอโซโทปกัมมันตรังสีจะมีการสลายตัวและปล่อยอนุภาคออกจากนิวเคลียส

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุดเมื่อกล่าวถึงรังสี
   ก. รังสีเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเท่านั้น
   ข. รังสีเป็นทั้งอนุภาคและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
   ค. รังสีเป็นกลุ่มของอนุภาคความเร็วสูงเท่านั้น
   ง. ถูกทุกข้อ
8. สมบัติประการหนึ่งของอนุภาคแอลฟาคือ
   ก. คล้ายกับรังสีเอกซ์
   ข. มีอำนาจทะลุทะลวงสูง
   ค. มีพลังงานจลน์สูงกว่าอนุภาคตัวอื่น
   ง. ทำให้สารที่ผ่านแตกตัวเป็นไอออนได้ดี
9. อนุภาคแอลฟา(α) บีตาลบ(β^-) และแกมมา(γ) เคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอในทิศตั้งฉากกับสนาม อนุภาคทั้งสามจะเคลื่อนที่ตามข้อใด

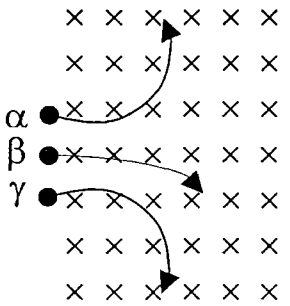
ก.



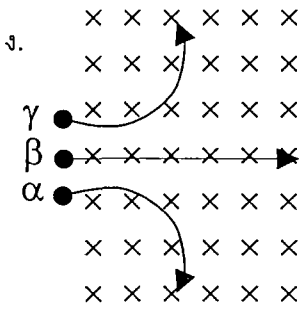
ข.



ค.



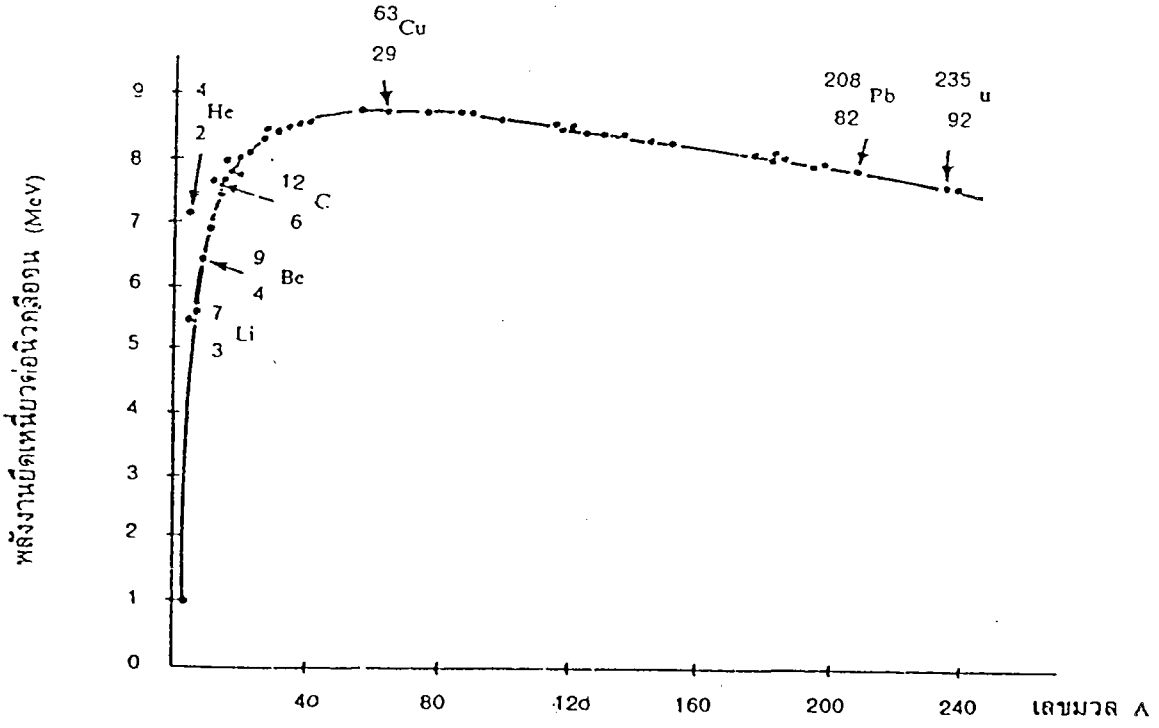
ง.



10. จงเรียงลำดับอำนาจทะลุทะลวงของรังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา ตามลำดับจากน้อยไปหามาก
    ก. แกมมา แอลฟา บีตา
    ข. บีตา แกมมา แอลฟา
    ค. แกมมา บีตา แอลฟา
    ง. แอลฟา บีตา แกมมา
11. รังสีที่ไม่เบี่ยงเบนเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กคือรังสีใด เพราะเหตุใด
    ก. แอลฟา เพราะมีมวลมาก
    ข. แกมมา เพราะไม่มีประจุ
    ค. บีตา เพราะมีมวลน้อยมาก
    ง. แกมมา เพราะมีความเร็วสูง
12. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไรในการตรวจสอบรังสีแกมมา สมมติฐานนั้นจึงจะเป็นจริง
    ก. ถ้าเป็นรังสีแกมมาจะไม่ผ่านสนามแม่เหล็ก
    ข. ถ้าเป็นรังสีแกมมาจะสลายตัวเมื่อผ่านสนามแม่เหล็ก
    ค. ถ้าเป็นรังสีแกมมาจะไม่เลี้ยวเบนเมื่อผ่านสนามแม่เหล็ก
    ง. ถ้าเป็นรังสีแกมมาจะมีพลังงานสูงขึ้นเมื่อผ่านสนามแม่เหล็ก
13. อัตราการสลายของสารกัมมันตรังสีจะลดลงเมื่อใด
    ก. วางสารไว้ในสูญญากาศ
    ข. เปลี่ยนความดันและอุณหภูมิ
    ค. เมื่อมวลของสารกัมมันตรังสีลดลง
    ง. ปนอยู่กับสารอื่นที่ไม่ได้เป็นสารกัมมันตรังสี
14. ในการฉายรังสีเพื่อรักษาโรคมะเร็งต้องใช้โคบอลต์ –60 ที่มีกัมมันตภาพ ขนาด 3.7×10^{6} Bq จะต้องใช้จำนวนอะตอมของโคบอลต์ –60 เท่าใดในการฉายรังสีครั้งนี้ เมื่อค่าคงตัวการสลายของโคบอลต์ –60 เท่ากับ 4×10^{-9} ต่อวินาที
    ก. 9.25×10^{14} อะตอม
    ข. 9.25×10^{12} อะตอม
    ค. 10.25×10^{14} อะตอม
    ง. 10.25×10^{12} อะตอม

15. ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีคือข้อใด
    ก. เป็นเวลาที่ใช้ในกรณีที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวไปครึ่งหนึ่ง
    ข. เป็นเวลาที่ใช้ในกรณีที่สารกัมมันตรังสีเหลือครึ่งหนึ่งของธาตุเดิม
    ค. เป็นเวลาที่ใช้ในกรณีที่อัตราการสลายตัวของสารลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง
    ง. ข้อ ก ข และ ค ถูก
16. ในการหาอายุของวัตถุชิ้นหนึ่ง โดยการวัดปริมาณคาร์บอน – 14 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 5,570 ปี พบว่า ปริมาณของคาร์บอน –14 ที่เหลืออยู่ในปัจจุบันเท่ากับ $\frac{1}{8}$ เท่าของปริมาณที่มีอยู่ในตอนแรก วัตถุโบราณชิ้นนี้มีอายุเท่าใด
    ก. 11,140 ปี
    ข. 16,710 ปี
    ค. 22,280 ปี
    ง. 44,560 ปี
17. จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ${}^{6}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + X$ อนุภาค X คือข้อใด
    ก. นิวตรอน
    ข. โปรตอน
    ค. แอลฟา
    ง. อิเล็กตรอน
18. เมื่อบิสมัท –214 $\left({}^{214}_{83}Bi\right)$ สลายตัวให้รังสีบีตาลบ นิวเคลียสของธาตุใหม่ คือข้อใด
    ก. ${}^{210}_{82}Pb$
    ข. ${}^{210}_{83}Bi$
    ค. ${}^{214}_{85}At$
    ง. ${}^{214}_{84}Po$
19. ธาตุ A สลายเป็นธาตุ B โดยปล่อยรังสีบีตาลบออกมา นิวเคลียสของธาตุทั้งสองจะมีอนุภาคใดเท่ากัน
    ก. นิวตรอน
    ข. โปรตอน
    ค. ผลรวมของนิวตรอนและโปรตอน
    ง. ผลต่างของนิวตรอนและโปรตอน
20. ยูเรเนียม –238 (${}^{238}_{92}U$) สลายตัวให้อนุภาคแอลฟา ซึ่งนิวเคลียสที่เกิดขึ้นสลายตัวต่อไปให้ อนุภาคบีตาลบกับ แกมมา เลขอะตอม และเลขมวลของนิวเคลียสที่เกิดขึ้นครั้งหลังสุดคือข้อใด
    ก. เลขอะตอม = 91 และ เลขมวล = 234
    ข. เลขอะตอม = 90 และ เลขมวล = 234
    ค. เลขอะตอม = 91 และ เลขมวล = 233
    ง. เลขอะตอม = 90 และ เลขมวล = 233

21. ข้อใดต่อไปนี้ ข้อใดอธิบายธรรมชาติของแรงนิวเคลียร์ได้ถูกต้องที่สุด
    ก. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงกระทำในระยะไกล,เป็นแรงชนิดดูด, ขนาดของแรงน้อยกว่าแรงไฟฟ้า
    ข. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงกระทำในระยะสั้น, เป็นแรงชนิดผลัก, ขนาดของแรงมากกว่าแรงไฟฟ้า
    ค. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงกระทำในระยะสั้น, เป็นแรงชนิดดูด, ขนาดของแรงมากกว่าแรงไฟฟ้ามาก
    ง. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงกระทำในระยะไกล, เป็นแรงชนิดดูด, ขนาดของแรงมากกว่าแรงโน้มถ่วงมาก
22. ธาตุ $^{20}_{10}Ne$ มีมวลอะตอม 19.9925 u จะมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่าใด
    ก. 5.36 MeV
    ข. 8.03 MeV
    ค. 16.06 MeV
    ง. 160.37 MeV
23. พลังงานยึดเหนี่ยวคืออะไร
    ก. พลังงานที่ทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์
    ข. พลังงานที่ใช้ยึดอิเล็กตรอนให้อยู่ในอะตอม
    ค. พลังงานที่ทำให้นิวเคลียสอยู่ในภาวะถูกกระตุ้น
    ง. พลังงานที่เกิดจากมวลของโปรตอนและนิวตรอนที่หายไปเมื่อรวมกันเป็นนิวเคลียส
24. ธาตุ $^{8}_{4}Be$ มีมวลอะตอม 8.0053 u จะมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่าใด
    ก. 5.40 MeV
    ข. 7.06 MeV
    ค. 7.80 MeV
    ง. 8.50 MeV
25. จากกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนกับเลขมวลข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. $^{63}_{29}Cu$ มีเสถียรภาพมากกว่า $^{208}_{82}Pb$

ข. $^{235}_{92}U$ มีเสถียรภาพมากกว่า $^{208}_{82}Pb$

ค. $^{63}_{29}Cu$ มีเสถียรภาพน้อยกว่า $^{9}_{4}Be$

ง. $^{12}_{6}C$ มีเสถียรภาพน้อยกว่า $^{7}_{3}Li$

26. จากปฏิกิริยานิวเคลียร์อย่างย่อ $^{14}_{7}N(\alpha, p)^{17}_{8}O$ ข้อใดเขียนสมการถูกต้อง

ก. $^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$

ข. $^{14}_{7}N + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{4}_{2}He$

ค. $^{17}_{8}O + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{1}_{1}H$

ง. $^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He$

27. จากปฏิกิริยา $^{9}_{4}Be + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{6}_{3}Li$ ข้อใดเขียนปฏิกิริยานิวเคลียร์อย่างย่อได้ถูกต้อง

ก. $^{9}_{4}Be\ (\alpha, p)\ {}^{6}_{3}Li$

ข. $^{9}_{4}Be\ (p, \alpha)\ {}^{6}_{3}Li$

ค. $^{6}_{3}Li\ (\alpha, p)\ {}^{9}_{4}Be$

ง. $^{6}_{3}Li\ (p, \alpha)\ {}^{9}_{4}Be$

28. จากปฏิกิริยา $^{16}_{8}O\ (n, d)\ {}^{15}_{7}N$ เป็นปฏิกิริยาประเภทใด กำหนดมวลอะตอมให้ดังนี้

$^{16}_{8}O = 15.9949$ u $^{15}_{7}N = 15.0001$ u $^{2}_{1}H = 2.0141$ u

ก. ดูดพลังงาน 9.87 MeV

ข. ดูดพลังงาน 1.42 MeV

ค. คายพลังงาน 9.87 MeV

ง. คายพลังงาน 1.42 MeV

29. ปฏิกิริยาใดต่อไปนี้ ข้อใดให้พลังงานต่อมวลมากที่สุด

ก. $^{6}_{3}Li + {}^{6}_{3}Li \longrightarrow {}^{12}_{6}C + 28.1\,MeV$

ข. $^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n + 3.2\,MeV$

ค. $^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n + 17.6\,MeV$

ง. $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{141}_{58}Ce + {}^{92}_{34}Se + 3{}^{1}_{0}n + 200\,MeV$

30. จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ${}^{4}_{2}He + {}^{9}_{4}Be \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$ จงหาพลังงานของปฏิกิริยานิวเคลียร์และบอกด้วยว่าเป็นปฏิกิริยาประเภทใด กำหนดค่าพลังงานยึดเหนี่ยว ของ ${}^{4}_{2}He$, ${}^{9}_{4}Be$, ${}^{12}_{6}C$ คือ 28.3 MeV , 58.1 MeV และ 92.1 MeV ตามลำดับ

ก. ปฏิกิริยาดูดพลังงาน 8.5 MeV

ข. ปฏิกิริยาดูดพลังงาน 7.4 MeV

ค. ปฏิกิริยาคายพลังงาน 5.7 MeV

ง. ปฏิกิริยาคายพลังงาน 4.3 MeV

31. พลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกจากปฏิกิริยาการหลอมตัว(fusion) ของนิวเคลียสของธาตุดิวเทอเรียมสองตัว จะมีค่ากี่ล้านอิเล็กตรอนโวลต์

ก. 5.9 MeV

ข. 17.8 MeV

ค. 23.8 MeV

ง. 28.2 MeV

32. จากข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูก

ก. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิวชัน เกิดได้เฉพาะที่ดวงอาทิตย์เท่านั้น

ข. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ให้พลังงานต่อมวลมากกว่าปฏิกิริยาฟิวชั่น

ค. ในปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน อนุภาคที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา คือนิวตรอน

ง. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน เกิดจากการสลายตัวของธาตุที่มีมวลมาก เป็นธาตุเล็ก ๆ หลายธาตุ

33. กระบวนการ ฟิวชั่น หมายถึงข้อใด

ก. นิวเคลียสที่อยู่ในภาวะกระตุ้นปลดปล่อยรังสีแกมมาออกมา เพื่อกลับสู่ภาวะเสถียร

ข. นิวเคลียสขนาดเล็กหลอมรวมกันเป็นนิวเคลียสที่ใหญ่ขึ้นพร้อมทั้งดูดพลังงานเข้าไป

ค. นิวเคลียสขนาดใหญ่แตกตัวเป็นนิวเคลียสขนาดกลางสองนิวเคลียส พร้อมทั้งปล่อยพลังงานออกมา

ง. นิวเคลียสขนาดเล็กหลอมรวมกันเป็นนิวเคลียสที่ใหญ่ขึ้น โดยมวลรวมก่อนหลอมมากกว่า มวลรวมหลังจากหลอมรวมกัน

34. ในการรักษาโรคมะเร็ง โดยการกลืนรังสีแพทย์ควรใช้ธาตุกัมมันตรังสีที่มีคุณสมบัติอย่างไร

ก. มีครึ่งชีวิตสั้น ๆ

ข. มีอำนาจในการรักษาทำลายเนื้อร้าย

ค. เป็นธาตุชนิดเดียวกับที่มีในอวัยวะส่วนนั้น

ง. ทั้ง ก, ข และ ค

35. ในการตรวจสอบโครงสร้างของวัสดุต่าง ๆ นั้นควรใช้กัมมันตรังสีชนิดใด เพราะเหตุใด

ก. เบตา เพราะมีประจุลบ

ข. แกมมา เพราะไม่มีประจุ

ค. เบตา เพราะมีมวลน้อยมาก

ง. แกมมาเพราะมีอำนาจทะลุทะลวงสูง

36. การควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียสเพื่อไม่เกิดอันตรายต้องควบคุมสิ่งใด
    ก. อุณหภูมิ
    ข. มอเดอเรเตอร์
    ค. จำนวนนิวตรอน
    ง. เชื้อเพลิงนิวเคลียร์
37. พลังงานอันดับแรกจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่นำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์คือพลังงานข้อใด
    ก. พลังงานกล ค. พลังงานไอน้ำ
    ข. พลังงานไฟฟ้า ง. พลังงานความร้อน
38. คนไข้คนหนึ่งต้องการได้รับรังสีแกมมาจากโคบอลต์ –60 แต่ปริมาณรังสีแกมมาที่ใช้มีมากเกินไป จึงนำแผ่นตะกั่วมากั้น จะต้องใช้แผ่นตะกั่ว 3 แผ่นมากั้น จึงจะได้ปริมาณรังสีแกมมาที่พอดี ถ้าตะกั่ว 1 แผ่นสามารถกั้นรังสีแกมมาไม่ให้ผ่านมาได้ 90% อยากทราบว่าปริมาณรังสีแกมมาที่ออกมาได้พอดี จะคิดเป็นกี่เปอร์เซนต์ของปริมาณเดิม
    ก. 0.01% ค. 3%
    ข. 0.1% ง. 30%
39. กัมมันตภาพรังสีมีผลทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตเนื่องจาก สาเหตุใดมากที่สุด
    ก. ระบบเซลล์ต่าง ๆ ถูกทำลาย
    ข. สมองของทารกในครรภ์ถูกทำลาย
    ค. ต่อมที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนเสื่อมประสิทธิภาพ
    ง. โครโมโซมของเซลล์สืบพันธุ์เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร
40. เพราะเหตุใดโครโมโซมที่ถูกรังสี จึงเกิดการเปลี่ยนแปลง
    ก. เพราะรังสีทำให้โครโมโซมแบ่งตัวเร็วขึ้น
    ข. เพราะรังสีเข้าไปต่อต้านการทำงานของยีน
    ค. เพราะรังสีทำให้เกิดการแบ่งเซลล์หลายครั้ง
    ง. เพราะรังสีไปชนธาตุต่าง ๆ ในโครโมโซมเป็นธาตุใหม่

แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้
ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องด้านขวามือตามความรู้สึก และความคิดเห็นของนักเรียน

รายการ	นักเรียนเห็นด้วยระดับใด				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ความคิดเห็นทั่วไปต่อกิจกรรมการเรียนรู้					
1. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยให้เรียนได้สะดวกขึ้น					
2. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้เรียนได้รวดเร็วขึ้น					
3. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสนุกสนานไม่น่าเบื่อ					
4. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลิน					
5. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนำเสนอข้อมูลที่น่าติดตาม					
6. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการเรียนที่นักเรียนรู้สึกชอบ					
7. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นกิจกรรมการเรียนที่น่าเบื่อ					
8. เมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้รู้สึกเครียด					
9. ขณะเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรู้สึกสับสนวุ่นวาย					
การแสดงออกและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้					
10. นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต					
11. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ช่วยให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าของตัวเองขณะเรียนได้					

รายการ	นักเรียนเห็นด้วยระดับใด				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง					
13. ขณะเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรู้สึกสบายใจ					
14. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้นักเรียนสนใจที่จะแสวงหาความรู้เพิ่มขึ้น					
15. นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้น เมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต					
16. นักเรียนตั้งใจเรียนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต					
17. การได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในระหว่างการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้มีประโยชน์กับการเรียนมากขึ้น					
18. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้รู้สึกอึดอัด					
<u>การเห็นความสำคัญและเห็นประโยชน์ในกิจกรรมการเรียนรู้</u> 19. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้นักเรียนสามารถค้นหาความรู้เพิ่มเติม ได้มากขึ้น					
20. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยปรับปรุงการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้น					
21. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากขึ้น					
22. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์					
23. คนเรียนช้าสามารถเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้					
24. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน					

รายการ	นักเรียนเห็นด้วยระดับใด				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
25. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้าใจง่ายกว่าการเรียนในห้องเรียน					
26. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถเรียนได้โดยไม่จำกัดเวลา					
27. นักเรียนอยากให้มีกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในเรื่องอื่น ๆ อีก					
28. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้มีความรู้รอบตัวมากขึ้น					
29. เมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนักเรียนไม่มีความสนใจที่จะแสวงหาความรู้เพิ่มเติมอีก					
30. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นกิจกรรมที่ไม่น่าสนใจ					

ความคิดเห็นด้านอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ภาคผนวก ง

- ตารางแสดงค่าดัชนีสอดคล้อง ของเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- ตารางสรุปการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 3 คน
- ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่วัด และจุดประสงค์กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
- ตารางแสดงค่าดัชนีสอดคล้อง ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ตาราง 11 สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการที่ประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 1						
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.0
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	0	1	1	0.8
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	0	1	1	0.8
- ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา	0	0	1	1	1	0.6
2. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 2						
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.0
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	0	1	1	1	1	0.8
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	1	1.0
- ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา	0	0	1	1	1	0.6
3. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 3						
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.0
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	1	1.0
- ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา	0	1	1	1	1	0.8
4. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 4						
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.0
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	0	1	1	1	1	0.8
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	1	1.0
- ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา	0	0	1	1	1	0.6

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
5. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 5						
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.0
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	0	1	1	1	1	0.8
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	0	1	1	0.8
- ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา	0	0	1	1	1	0.6
6. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องในหน่วยที่ 6						
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	-1	1	1	0.6
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.0
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน(มัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	1	1.0
- ความเหมาะสมในการจัดภาพประกอบเนื้อหา	0	0	1	1	1	0.6

ตาราง 12 สรุปการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ของผู้เชี่ยวชาญ

รายการที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					เฉลี่ย	แปรผล
	1	2	3	4	5		
1. ด้านเนื้อหาของกิจกรรม							
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	5	4	4	4	4.40	ดี
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชา	5	5	4	4	4	4.40	ดี
1.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	4	4	4	4.40	ดี
1.5 ความเหมาะสมของกิจกรรมระหว่างเรียน	5	5	5	3	4	4.40	ดี
1.6 ความเหมาะสมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน	5	4	5	4	4	4.40	ดี
รวมด้านที่ 1	25	24	22	19	20	4.40	ดี
2. ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน							
2.1 การนำเสนอหน้าหลัก(home page) ของกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	ดีมาก
2.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยตลอด	5	5	4	4	5	4.60	ดีมาก
2.3 การควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้ปุ่มต่างๆ	4	5	4	5	5	4.60	ดีมาก
2.4 ความน่าสนใจ ชวนให้ติดตามบทเรียน	4	5	4	4	5	4.40	ดี
2.5 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอโดยรวม	5	5	5	4	5	4.80	ดีมาก
รวมด้านที่ 2	23	25	21	21	25	4.60	ดีมาก
3. ด้านกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว							
3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	5	5	4	5	4	4.60	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	4	4	4	4.40	ดี
3.3 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษรกับสีพื้น	5	5	5	4	4	4.60	ดีมาก
3.4 ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	5	4	5	4	4	4.40	ดี
3.5 ความถูกต้องของภาพประกอบ	5	5	4	5	4	4.60	ดีมาก
3.6 ความชัดเจนของการนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว	5	5	5	4	4	4.60	ดีมาก
รวมด้านที่ 3	30	29	27	26	24	4.53	ดีมาก

ตาราง 13 สรุปความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 3 คน ต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

รายการ	คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน(คนที่)			เฉลี่ย	แปรผล
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหาของกิจกรรม					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	4	4	4.33	ดี
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชา	5	4	4	4.33	ดี
1.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	3	4	3	3.33	ปานกลาง
1.5 ความเหมาะสมของกิจกรรมระหว่างเรียน	4	4	3	3.67	ดี
1.6 ความเหมาะสมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน	4	4	4	4.00	ดี
รวมด้านที่ 1	21	20	18	3.93	ดี
2. ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน					
2.1 การนำเสนอหน้าหลัก(home page) ของกิจกรรมการเรียนรู้	5	3	4	4.00	ดี
2.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยตลอด	5	3	4	4.00	ดี
2.3 การควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้ปุ่มต่าง ๆ	4	4	5	4.33	ดี
2.4 ความน่าสนใจ ชวนให้ติดตามบทเรียน	3	3	4	3.33	ปานกลาง
2.5 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอโดยรวม	5	4	3	4.00	ดี
รวมด้านที่ 2	22	17	20	3.93	ดี
3. ด้านกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว					
3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	5	3	3	3.67	ดี
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	2	4	3	3.00	ปานกลาง
3.3 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษรกับสีพื้น	5	4	3	4.00	ดี
3.4 ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	4	3	4	3.67	ดี
3.5 ความถูกต้องของภาพประกอบ	4	4	3	3.67	ดี
3.6 ความชัดเจนของการนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว	4	4	4	4.00	ดี
รวมด้านที่ 3	24	22	20	3.67	ดี

ตาราง 14 สรุปความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน ต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

รายการ	คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน(กลุ่มที่)			เฉลี่ย	แปรผล
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหาของกิจกรรม					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4	5	5	4.67	ดีมาก
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชา	5	5	4	4.67	ดีมาก
1.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	3	5	4	4.00	ดี
1.5 ความเหมาะสมของกิจกรรมระหว่างเรียน	4	5	4	4.33	ดี
1.6 ความเหมาะสมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน	4	5	4	4.33	ดี
รวมด้านที่ 1	20	25	21	4.40	ดี
2. ด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน					
2.1 การนำเสนอหน้าหลัก(home page) ของกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	ดีมาก
2.2 เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยตลอด	4	4	4	4.00	ดี
2.3 การควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้ปุ่มต่างๆ	4	4	4	4.00	ดี
2.4 ความน่าสนใจ ชวนให้ติดตามบทเรียน	5	4	3	4.00	ดี
2.5 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอโดยรวม	5	5	4	4.67	ดีมาก
รวมด้านที่ 2	23	22	20	4.33	ดี
3. ด้านกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว					
3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	4	5	3	4.00	ดี
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	4	4.67	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษรกับสีพื้น	4	5	4	4.33	ดี
3.4 ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	5	5	4	4.67	ดีมาก
3.5 ความถูกต้องของภาพประกอบ	4	5	3	4.00	ดี
3.6 ความชัดเจนของการนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว	4	5	4	4.33	ดี
รวมด้านที่ 3	26	30	22	4.33	ดี

ตาราง 15 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างพฤติกรรมที่วัด และจุดประสงค์ กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด						จุดประสงค์					
	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
2	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
3	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
4	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
5	1	1	1	1	1	1.0	0	1	1	1	1	0.8
6	1	1	1	1	1	1.0	0	1	1	1	1	0.8
7	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
8	-1	1	1	1	1	0.6	-1	1	1	1	1	0.6
9	0	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	0.8
10	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
11	1	1	1	1	1	1.0	1	0	1	1	1	0.8
12	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
13	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
14	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
15	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
16	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
17	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
18	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
19	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
20	1	0	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
21	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
22	0	0	1	1	1	0.6	1	1	1	1	1	1.0
23	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
24	0	1	1	1	1	0.8	1	0	1	1	1	0.8
25	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
26	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
27	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
28	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
29	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
30	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
31	1	0	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด						จุดประสงค์					
	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
32	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
33	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
34	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
35	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
36	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
37	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
38	1	1	1	1	1	1.0	1	0	1	1	1	0.8
39	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
40	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
41	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
42	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
43	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
44	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
45	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
46*	-1	0	1	1	1	0.4	1	1	1	1	1	1.0
47	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
48	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
49	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
50	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
51	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
52	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
53	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
54	1	0	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
55	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
56	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
57	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
58	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
59	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
60	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
61	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
62	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
63	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด						จุดประสงค์					
	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
64	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
65	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
66	0	1	1	1	1	0.8	1	0	1	1	1	0.8
67	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
68	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
69	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
70	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
71	1	0	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1.0
72	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
73	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
74	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0
75	1	1	1	1	1	1.0	1	1	-1	1	1	0.6
76	1	1	1	1	1	1.0	1	1	-1	1	1	0.6
77	1	1	1	1	1	1.0	1	1	-1	1	1	0.6
78	-1	1	1	1	1	0.6	1	1	1	1	1	1.0
79	-1	1	1	1	1	0.6	1	1	1	1	1	1.0
80	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1.0

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อที่ต้องปรับปรุง

ตาราง 16 แสดงดัชนีสอดคล้อง(IOC) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 2	คนที่ 2	คนที่ 2	
1	1	1	1	1	1	1.0
2	1	1	1	1	1	1.0
3	1	1	1	1	0	0.8
4	1	1	1	1	0	0.8
5	1	1	1	1	1	1.0
6	0	1	1	1	0	0.6
7	1	1	1	1	0	0.8
8	1	1	1	1	-1	0.6
9	1	1	1	1	-1	0.6
10	1	1	1	1	1	1.0
11	0	1	1	1	1	0.8
12	1	1	1	1	1	1.0
13	1	1	1	1	1	1.0
14	1	1	1	1	1	1.0
15	1	1	1	1	1	1.0
16	1	1	0	1	0	0.6
17	0	1	1	1	1	0.8
18	1	1	1	1	0	0.8
19	1	1	1	1	1	1.0
20	1	1	1	1	1	1.0
21	1	1	1	1	1	1.0
22	1	1	1	1	1	1.0
23	1	1	1	1	1	1.0
24	1	1	1	1	1	1.0
25	1	1	1	1	0	0.8
26	1	1	1	1	1	1.0
27	1	1	1	1	1	1.0
28	1	1	1	1	0	0.8
29	1	1	1	1	0	0.8
30	1	1	1	1	0	0.8

ภาคผนวก จ

- ตารางแสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น
  ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ตาราง 17 แสดงค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่เลือก
1	26	15	0.48	0.41	-
2	26	11	0.48	0.56	-
3	24	8	0.44	0.59	✓
4	27	7	0.50	0.74	✓
5	20	7	0.37	0.48	-
6	26	9	0.48	0.63	✓
7	24	7	0.44	0.63	✓
8	1	4	0.02	-0.11	-
9	7	10	0.13	-0.11	-
10	12	4	0.22	0.30	✓
11	9	7	0.17	0.07	-
12	12	4	0.22	0.30	✓
13	13	7	0.24	0.22	✓
14	3	7	0.06	-0.15	-
15	9	3	0.17	0.22	-
16	26	9	0.48	0.63	✓
17	18	8	0.33	0.37	✓
18	11	5	0.20	0.22	-
19	8	8	0.15	0.00	-
20	15	10	0.28	0.19	-
21	22	9	0.41	0.48	✓
22	25	7	0.46	0.67	✓
23	15	8	0.28	0.26	✓
24	8	8	0.15	0.00	-
25	6	4	0.11	0.07	-
26	12	3	0.22	0.33	✓
27	1	3	0.02	-0.07	-
28	17	3	0.31	0.52	✓
29	17	4	0.31	0.48	✓
30	8	7	0.15	0.04	-
31	16	8	0.30	0.30	✓

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่เลือก
32	17	7	0.31	0.37	-
33	3	7	0.06	-0.15	-
34	13	6	0.24	0.26	-
35	21	10	0.39	0.41	✓
36	11	5	0.20	0.22	-
37	17	4	0.31	0.48	✓
38	20	8	0.37	0.44	✓
39	14	7	0.26	0.26	-
40	14	3	0.26	0.41	✓
41	15	2	0.28	0.48	✓
42	10	6	0.19	0.15	-
43	14	6	0.26	0.30	✓
44	5	6	0.09	-0.04	-
45	8	9	0.15	-0.04	-
46	10	3	0.19	0.26	✓
47	13	7	0.24	0.22	✓
48	3	4	0.06	-0.04	-
49	10	3	0.19	0.26	✓
50	7	7	0.13	0.00	-
51	9	4	0.17	0.19	-
52	15	4	0.28	0.41	✓
53	16	8	0.30	0.30	✓
54	16	9	0.30	0.26	-
55	10	1	0.19	0.33	✓
56	3	3	0.06	0.00	-
57	12	6	0.22	0.22	✓
58	5	3	0.09	0.07	-
59	10	8	0.19	0.07	-
60	14	6	0.26	0.30	✓
61	12	5	0.22	0.26	✓
62	3	2	0.06	0.04	-
63	12	5	0.22	0.26	✓
64	4	5	0.07	-0.04	-

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	P	r	ข้อที่เลือก
65	12	1	0.22	0.41	✓
66	7	7	0.13	0.00	-
67	19	3	0.35	0.59	✓
68	10	5	0.19	0.19	-
69	17	6	0.31	0.41	✓
70	12	6	0.22	0.22	-
71	0	5	0.00	-0.19	-
72	14	8	0.26	0.22	✓
73	6	6	0.11	0.00	-
74	13	6	0.24	0.26	✓
75	12	7	0.22	0.19	-
76	5	7	0.09	-0.07	-
77	13	6	0.24	0.26	✓
78	13	5	0.24	0.30	✓
79	6	2	0.11	0.15	-
80	13	5	0.24	0.30	✓

แบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 40 ข้อ เมื่อนำไปหาค่าความเชื่อมั่น ได้เท่ากับ .89

ภาคผนวก ฉ

- ตารางแสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบระหว่างเรียน
- ตารางแสดงผลคะแนนจากแบบทดสอบท้ายบทเรียน
- ตารางแสดงคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
- ตารางแสดงคะแนนจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 18 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบระหว่างเรียน

คนที่	หน่วยที่ 1 (A = 8)	หน่วยที่ 2 (A = 10)	หน่วยที่ 3 (A = 10)	หน่วยที่ 4 (A = 10)	หน่วยที่ 5 (A = 10)	หน่วยที่ 6 (A = 10)	รวม	ร้อยละ
1	7	8	8	8	9	8	48	82.76
2	7	9	8	7	9	10	50	86.21
3	6	7	8	8	7	10	46	79.31
4	7	8	7	8	7	8	45	77.59
5	6	8	8	7	8	8	45	77.59
6	7	8	8	8	8	9	48	82.76
7	6	7	8	8	7	8	44	75.86
8	7	8	8	8	9	10	50	86.21
9	6	7	7	8	7	9	44	75.86
10	7	10	8	9	8	8	50	86.21
11	6	8	8	7	7	8	44	75.86
12	7	7	8	7	7	8	44	75.86
13	7	8	7	8	7	8	45	77.59
14	7	7	7	8	7	8	44	75.86
15	7	9	8	7	9	10	50	86.21
16	7	9	8	7	8	10	49	84.48
17	7	10	8	9	7	8	49	84.48
18	6	9	8	8	7	8	46	79.31
19	7	8	9	8	9	10	51	87.93
20	7	8	8	8	7	10	48	82.76
21	7	8	8	9	8	9	49	84.48
22	7	8	8	9	8	9	49	84.48
23	7	8	8	9	8	8	48	82.76
24	7	8	8	7	7	8	45	77.59
25	7	10	8	9	7	8	49	84.48
26	7	8	7	7	7	8	44	75.86
27	7	9	8	9	7	9	49	84.48
28	6	8	8	8	7	8	45	77.59
29	6	8	7	8	7	8	44	75.86
30	7	8	8	8	7	10	48	82.76
$\sum X$	202	246	235	239	227	261	1410	2512.07
ค่า E_1								81.03

ตาราง 19 แสดงผลคะแนนจากแบบทดสอบท้ายบทเรียน

คนที่	คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน (B = 40)	ร้อยละ
1	33	82.50
2	36	90.00
3	35	87.50
4	28	70.00
5	30	75.00
6	30	75.00
7	34	85.00
8	33	82.50
9	35	87.50
10	30	75.00
11	29	72.50
12	32	80.00
13	27	67.50
14	31	77.50
15	33	82.50
16	36	90.00
17	31	77.50
18	32	80.00
19	37	92.50
20	34	85.00
21	30	75.00
22	31	77.50
23	31	77.50
24	32	80.00
25	32	80.00
26	28	70.00
27	34	85.00
28	34	85.00
29	31	77.50
30	34	85.00
ΣX	963	2407.50
	ค่า E_2	80.25

ตาราง 20 แสดงคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	14	33
2	16	36
3	12	35
4	8	28
5	15	30
6	17	30
7	22	34
8	17	33
9	12	35
10	15	30
11	12	29
12	10	32
13	16	27
14	11	31
15	17	33
16	14	36
17	12	31
18	11	32
19	14	37
20	13	34
21	14	30
22	7	31
23	18	31
24	14	32
25	14	32
26	10	28
27	16	34
28	7	34
29	19	31
30	16	34
เฉลี่ย	13.77	32.1
ร้อยละ	34.42	80.25

ตาราง 21 แสดงคะแนนจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติก่อนเรียนและหลังเรียน

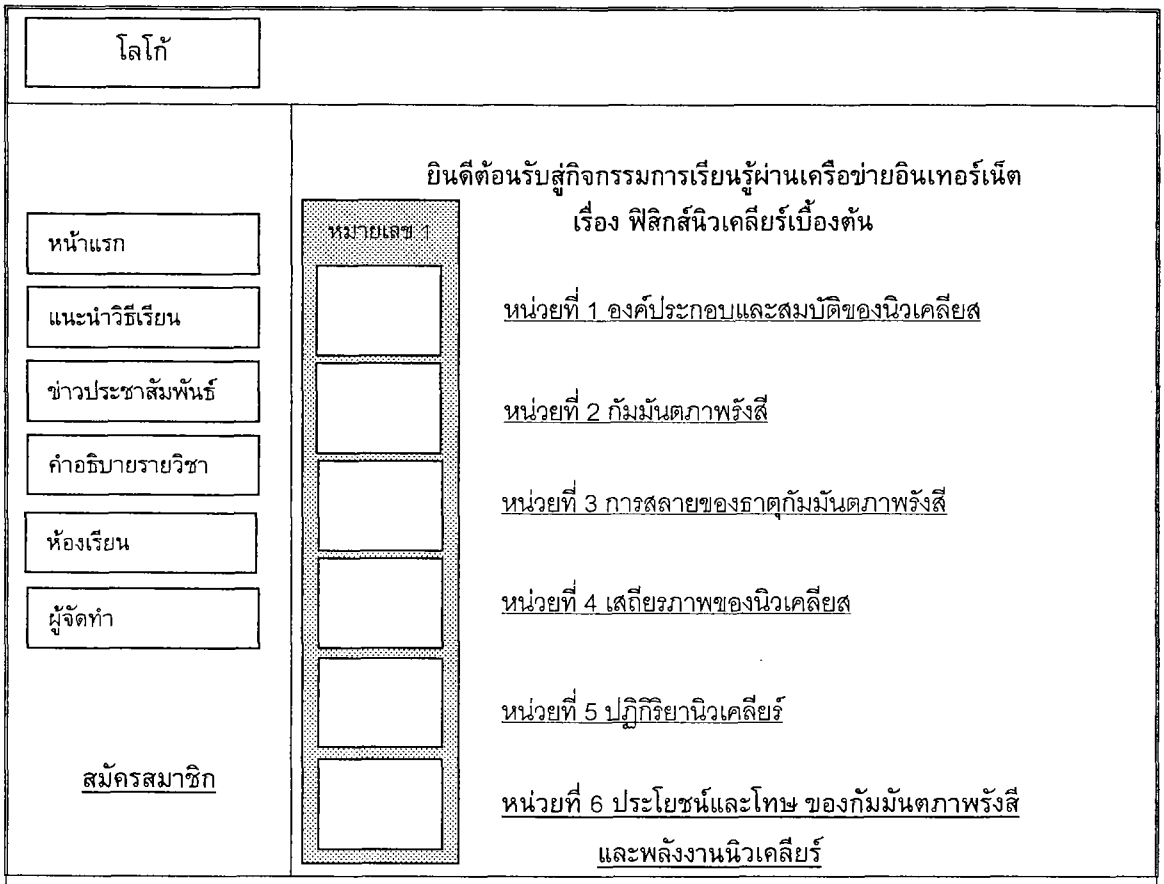
นักเรียน คนที่	คะแนนจากการตอบแบบสอบถาม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	119	116
2	112	102
3	107	104
4	94	108
5	119	131
6	89	104
7	101	111
8	109	107
9	99	120
10	105	106
11	100	109
12	102	108
13	108	105
14	108	118
15	95	111
16	106	115
17	115	104
18	108	103
19	115	106
20	101	116
21	109	111
22	94	98
23	104	112
24	104	125
25	116	115
26	112	118
27	102	126
28	92	115
29	111	112
30	103	112
เฉลี่ย	105.3	111.6
ร้อยละ	70.2	74.40

ภาคผนวก ช

- ตัวอย่างบทภาพ(Story Board) กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น
- ตัวอย่างภาษาจาวาสคริป(Java Script) ที่ใช้ในแบบทดสอบ

ตัวอย่างบทภาพ(Story Board) กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น

กรอบที่ 1



กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. กลุ่มของ ลิงค์(Link) อยู่ด้านซ้ายมือ เมื่อผู้ใช้คลิก จะทำหน้าที่นำพาผู้ใช้ไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์
3. ช่องสี่เหลี่ยมในพื้นที่หมายเลข 1 แสดงภาพเคลื่อนไหวที่มีในแต่ละหน่วยการเรียน
4. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
5. ตัวอักษรคำว่า ยินดีต้อนรับสู่กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น เป็นตัวหนังสือวิ่งวนกลับไปมา
6. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5
7. พื้นหลัง* ใช้สีน้ำเงินเข้มในแทบของ Link และส่วนที่เหลือเป็นลายสีขาว-ฟ้า

หมายเหตุ พื้นหลังใช้สีเดียวกันทุกหน้า

กรอบที่ 2

โลโก้

หน้าแรก

แนะนำวิธีเรียน

ข่าวประชาสัมพันธ์

คำอธิบายรายวิชา

ห้องเรียน

ผู้จัดทำ

แนะนำวิธีเรียน

1. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ก่อนเข้าสู่บทเรียน
   - 2.1 ให้นักเรียนใส่ Username และใส่ Password เพื่อลงทะเบียนและเข้าสู่ระบบ
   - 2.2 ก่อนการเข้าสู่รบทเรียนนักเรียนจะต้องทำแบบสอบถามเพื่อประเมินพื้นฐานทางอินเตอร์เน็ตของนักเรียน ถ้านักเรียนขาดพื้นฐานทางอินเทอร์เน็ตให้นักเรียนเข้าไปศึกษาในเว็บไซต์ที่ให้ความรู้พื้นฐานทางอินเทอร์เน็ตต่อไป(คลิกที่นี่เพื่อทำแบบสอบถาม)
3. การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นักเรียนควรปฏิบัติดังนี้
   - 3.1 เนื้อหาของบทเรียนแบ่งออกเป็น 6 หน่วย นักเรียนควรเลือกเรียนแต่ละหน่วยการตามเรียนตามลำดับ
   - 3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียน
   - 3.3 ศึกษาเนื้อหา,ทำแบบฝึกหัดและทำการบ้าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจระหว่างการเรียน
   - 3.4 ในการทำแบบทดสอบของแต่ละหน่วยการเรียน ก่อนทำให้นักเรียนใส่ Username และใส่ Password เพื่อเป็นการเก็บคะแนน
   - 3.5 ในกรณีที่ไม่เข้าใจในเนื้อหานักเรียนสามารถสอบถาม และแสดงความคิดเห็นได้ที่ Web Broad หรือที่ ICQ
   - 3.6 นักเรียนควรติดตามเว็บเพจข่าวประชาสัมพันธ์เป็นประจำทุกครั้งที่เข้าเรียน เพื่อติดตามข่าวเกี่ยวกับการเรียน
4. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้

Next

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. กลุ่มของ ลิงค์(Link)ด้านซ้ายมือ เมื่อผู้ใช้คลิก จะทำหน้าที่นำพาผู้ใช้ไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 3

โลโก้

หน้าแรก

แนะนำวิธีเรียน

ข่าวประชาสัมพันธ์

คำอธิบายรายวิชา

ห้องเรียน

ผู้จัดทำ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและวิเคราะห์ องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส กัมมันตภาพรังสี การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี เสถียรภาพของนิวเคลียส ปฏิกิริยานิวเคลียร์ และ ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

จุดประสงค์

เมื่อศึกษาจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

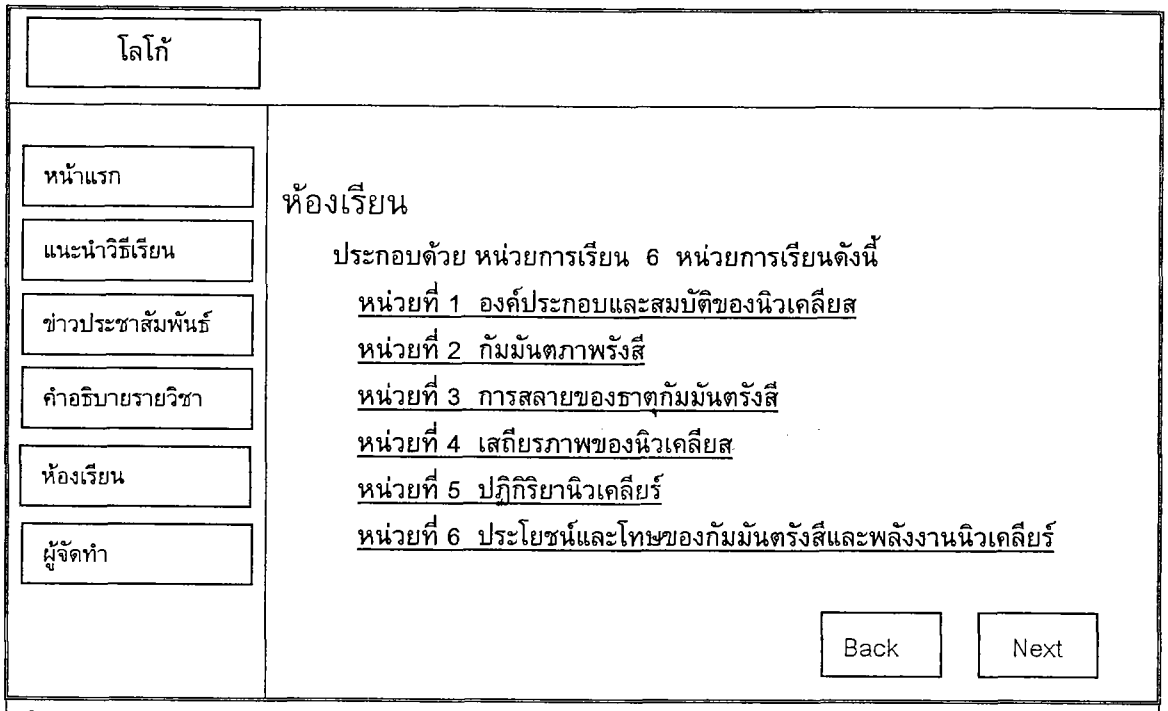
1. อธิบายองค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียสได้
2. อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีได้
3. อธิบายประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์ได้

Back Next

<u>กำหนดการนำเสนอ</u>

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. กลุ่มของ ลิงค์(Link)ด้านซ้ายมือ เมื่อผู้ใช้คลิก จะทำหน้าที่นำพาผู้ใช้ไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 4



กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. กลุ่มของ ลิงค์(Link) อยู่ด้านซ้ายมือ เมื่อผู้ใช้คลิก จะทำหน้าที่นำพาผู้ใช้ไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์
3. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
4. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 5

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

1

องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส

กิจกรรม

- ถามตอบ
- แหล่งค้นคว้า
- แบบฝึกหัด
- ลองทำดู

ประเมินผล

- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

จุดประสงค์

1. อธิบายองค์ประกอบของนิวเคลียสตามสมมติฐานโปรตอน–นิวตรอน และเขียนสัญลักษณ์ทางนิวเคลียร์ได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายสมบัติของนิวเคลียส ต่อไปนี้ มวลนิวเคลียส ประจุของนิวเคลียส และคำนวณรัศมีนิวเคลียสได้
3. บอกความหมายของไอโซโทป และอธิบายความแตกต่างของไอโซโทปเสถียร กับไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้

Next

หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 6

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

1

กิจกรรม

- ถามตอบ
- แหล่งค้นคว้า
- แบบฝึกหัด
- ลองทำดู

ประเมินผล

- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส (ต่อ)

มีหัวข้อย่อยดังนี้

1. องค์ประกอบของนิวเคลียส
2. สัญลักษณ์ของนิวเคลียส
3. สมบัติของนิวเคลียส
4. ไอโซโทป

Back Next

หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 7

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

1

องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส (ต่อ)

กิจกรรม

- ถามตอบ
- แหล่งค้นคว้า
- แบบฝึกหัด
- บทเรียนเสริม
- ลองทำดู

ประเมินผล

- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

1. องค์ประกอบของนิวเคลียส

ภาพโครงสร้างอะตอมของ Li

สมมติฐานของโปรตอน – นิวตรอน กล่าวว่า นิวเคลียสประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและอนุภาคนิวตรอน รวมเรียก อนุภาคซึ่งเป็นองค์ประกอบของนิวเคลียสว่า นิวคลีออน

ตารางแสดงสมบัติของอนุภาคในอะตอม

อนุภาค	มวล(u)	พลังงาน(Mev)	ประจุ
โปรตอน(p)	1.007276	938.22	+ e
นิวตรอน(n)	1.008665	939.22	0
อิเล็กตรอน(e)	0.000549	0.511	- e

Back Next

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. ตัวอักษรที่ขีดเส้นใต้ คือ กลุ่มของ ลิงค์(Link) เมื่อผู้ใช้คลิก จะทำหน้าที่นำพาผู้ใช้ไปยังส่วนต่าง ๆ
3. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
4. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 8

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

1

กิจกรรม

- ถามตอบ
- แหล่งค้นคว้า
- แบบฝึกหัด
- ลองทำดู

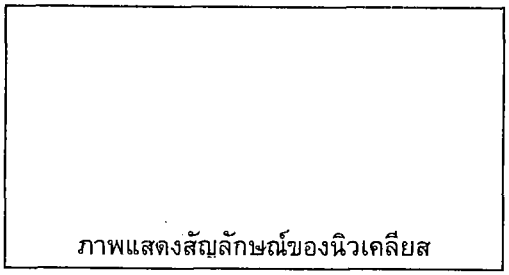
ประเมินผล

- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส (ต่อ)

2. สัญลักษณ์ของนิวเคลียส

สัญลักษณ์ของนิวเคลียส X เลขมวล A มีเลขอะตอม Z



ภาพแสดงสัญลักษณ์ของนิวเคลียส

เขียนอย่างย่อ ได้ X – A

เช่น $^{238}_{92}U$ เขียนสัญลักษณ์ย่อว่า U – 238 หรือ ยูเรเนียม –238 แสดงว่า นิวเคลียสของธาตุยูเรเนียม มีเลขมวล 238

มีเลขอะตอม 92

หมายเหตุ เลขมวล (A) คือ ผลรวมของจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนที่อยู่ในนิวเคลียส และเป็นจำนวนเต็มที่มีค่าใกล้เคียงกับมวลอะตอมของธาตุนั้นมากที่สุด เนื่องจากนิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน ซึ่งเป็นมวลส่วนใหญ่ของอะตอม และเลขมวล ยังแสดงถึงจำนวนนิวคลีออน ในนิวเคลียส

เลขอะตอม (Z) คือ จำนวนโปรตอนในนิวเคลียส

กรอบที่ 8 (ต่อ)

สามารถใช้สัญลักษณ์เช่นนี้กับอนุภาคได้ ดังแสดงในตาราง

อนุภาค	สัญลักษณ์
โปรตอน	${}_{1}^{1}\mathrm{H}$, p
ดิวเทอรอน	${}_{1}^{2}\mathrm{H}$, d
ทริทอน	${}_{1}^{3}\mathrm{H}$, t
แอลฟา	${}_{2}^{4}\mathrm{He}$, α
บีตา(ลบ)	${}_{-1}^{0}\mathrm{e}$, β^{-}
บีตา(บวก)	${}_{+1}^{0}\mathrm{e}$, β^{+}
นิวตรอน	${}_{0}^{1}\mathrm{n}$, n
แกมมา	γ

Back Next

(คลิกที่นี่เพื่อทำแบบฝึกหัด 1.1)

หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

คำอธิบายเพิ่มเติม

เมื่อคลิก นิวคลีออน จะมีคำอธิบายว่า นิวคลีออน คือ อนุภาคที่รวมกันอยู่ภายในนิวเคลียส ซึ่งหมายถึงผลรวมของจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอน

กรอบที่ 9

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

กิจกรรม

- ถามตอบ
- แหล่งค้นคว้า
- แบบฝึกหัด
- ลองทำดู

ประเมินผล

- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

แบบฝึกหัด 1.1

ให้นักเรียนพิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง ถ้าตอบผิดในครั้งที่สองที่ตอบผิดจะมีคำตอบเฉลยขึ้นมาให้

1. $^{7}_{3}Li$
   - มีเลขมวลเท่ากับ
   - มีเลขอะตอมเท่ากับ
   - มีจำนวนโปรตอนเท่ากับ
   - มีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ
   - มีจำนวนอิเลคตรอนเท่ากับ
   - มีจำนวนนิวคลีออนเท่ากับ
2. $^{56}_{26}Fe$
   - มีเลขมวลเท่ากับ
   - มีเลขอะตอมเท่ากับ
   - มีจำนวนโปรตอนเท่ากับ
   - มีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ
   - มีจำนวนอิเลคตรอนเท่ากับ
   - มีจำนวนนิวคลีออนเท่ากับ
3. $^{40}_{20}Ca$ สัญลักษณ์อย่างย่อคือ
4. ธาตุ X มีเลขมวลเท่ากับ 139 มีเลขอะตอมเท่ากับ 54 สัญลักษณ์ของธาตุ X คือ
5. ธาตุ Y มีนิวตรอนเท่ากับ 146 มีโปรตอนเท่ากับ 92 สัญลักษณ์ของธาตุ Y คือ

Back Next

หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 10

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

1

กิจกรรม

- ถามตอบ
- แหล่งค้นคว้า
- แบบฝึกหัด
- การบ้าน

ประเมินผล

- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส (ต่อ)

3. สมบัติของนิวเคลียส

นิวเคลียส (Nucleus) คือ ส่วนที่เป็นแก่นหรือแกนกลางของอะตอมของธาตุต่าง ๆ นิวเคลียสประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและนิวตรอน ยึดด้วยแรงนิวเคลียร์(Nuclear Force) มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก

ภาพแสดงนิวเคลียสของธาตุลิเธียม

ประจุนิวเคลียส (Nuclear Charge) หมายถึง จำนวนหน่วยของประจุบวกที่นิวเคลียสมีอยู่ มีค่า เท่ากับจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสนั้น จำนวนประจุของนิวเคลียส แทนได้ด้วยเลขอะตอม Z เช่น นิวเคลียสของไฮโดรเจน(มีโปรตอนตัวเดียว) จะมีประจุบวกเพียง 1 หน่วย คือ Z = 1 อะตอมที่เป็นกลาง มีจำนวนอิเล็กตรอนวนอยู่รอบนิวเคลียสเท่ากับจำนวนประจุบวกในนิวเคลียส ประจุของนิวเคลียสที่มีเลขอะตอม Z มีค่าเท่ากับ +Ze เมื่อ e คือค่าของประจุ 1 หน่วย มีค่าเท่ากับ $1.6.21 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์ หรือ 4.80298×10^{-10} หน่วย ไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Unit = esu.)

เลขนิวตรอน(Neutron Number) หมายถึง จำนวนนิวตรอนที่มีอยู่ในนิวเคลียส นิวเคลียสที่มี เลขมวล A เลขโปรตอน Z จะมีนิวตรอนเท่ากับ(A-Z)

กรอบที่ 10 (ต่อ)

รัศมีนิวเคลียส(Nuclear Radius) จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า นิวเคลียสมีลักษณะเป็นทรงกลมและขนาดของนิวเคลียสขึ้นอยู่กับจำนวน นิวคลีออน

ถ้าให้ R เป็นรัศมีของนิวเคลียสที่มีเลขมวล A

จะได้ $R \propto A^{\frac{1}{3}}$

$$\boxed{R = r_0 A^{\frac{1}{3}}}$$

r_0 มีค่าประมาณ มีขนาดประมาณ 1.2×10^{-15} ถึง 1.5×10^{-15} เมตร

ตัวอย่าง การหารัศมีของนิวเคลียส

จากโจทย์ อลูมิเนียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 27.0 u จงหา

ก. รัศมีของนิวเคลียสอลูมิเนียม

ข. ธาตุที่มีรัศมีมีค่าประมาณ 1.3 เท่าของรัศมีของนิวเคลียสอลูมิเนียม

กำหนดให้ $r_0 = 1.4 \times 10^{-15}$

ก. หา R_{Al}

จาก $R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$

แทนค่า $R_{Al} = (1.4 \times 10^{-15}) \times 27^{1/3}$

$= 1.4 \times 10^{-15} \times 3$

$= 4.2 \times 10^{-15}$

ข. หา เลขมวลของธาตุ X

$R_X = 1.3(R_{Al})$

$$\frac{R_x}{A_x^{\frac{1}{3}}} = \frac{R_{Al}}{(27)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{1.3(R_{Al})}{A_x^{\frac{1}{3}}} = \frac{R_{Al}}{(27)^{\frac{1}{3}}}$$

$$A_x^{\frac{1}{3}} = (3 \times 1.3)$$

กรอบที่ 10 (ต่อ)

	ยกกำลัง 3 ทั้ง สองข้าง $A_X = (3 \times 1.3)^3$ $A_X = 59.319$ เพราะฉะนั้น ธาตุที่มีรัศมีมีค่าประมาณ 1.3 เท่าของรัศมีของธาตุอะลูมิเนียมคือ ธาตุ $^{59}_{27}Co$ (คลิกที่นี่เพื่อทำแบบฝึกหัด 1.2) Back Next
หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก	

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 11

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

กิจกรรม

- ถามตอบ
- แหล่งค้นคว้า
- แบบฝึกหัด
- ลองทำดู

ประเมินผล

- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

แบบฝึกหัด 1.2

ให้นักเรียนพิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง ถ้าตอบผิดในครั้งที่สองจะมีคำตอบเฉลยขึ้นมาให้

1. จงหารัศมีของนิวเคลียสต่อไปนี้

   กำหนดให้ $r_0 = 1.2 \times 10^{-15}$

   1.1 $^{27}_{13}Al$ รัศมีของนิวเคลียสเท่ากับ [ ]

   1.2 $^{64}_{30}Zn$ รัศมีของนิวเคลียสเท่ากับ [ ]

   1.3 $^{112}_{48}Cd$ รัศมีของนิวเคลียสเท่ากับ [ ]

2. นิวเคลียสของธาตุ X มีรัศมีเป็น $\frac{2}{3}$ เท่า ของ $^{27}_{13}Al$ เลขมวลของนิวเคลียสนี้เท่ากับ [ ]

Back Next

หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 12

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

1

กิจกรรม

- ถามตอบ
- แหล่งค้นคว้า
- แบบฝึกหัด
- การบ้าน

ประเมินผล

- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส (ต่อ)

4. ไอโซโทป (Isotope)

ไอโซโทป หมายถึง ธาตุชนิดเดียวกัน แต่มีจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสต่างกัน เช่น O –16, O –17, O –18 เป็นต้น

ไอโซโทปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ไอโซโทปเสถียร(Stable isotope) คือ นิวไคลด์ที่พบในธรรมชาติและมีสภาพเสถียรไม่มีการสลายตัวด้วยตัวเอง เช่น O –16, C –12, Ca –40

2. ไอโซโทปกัมมันตรังสี (Radioisotope) คือ ไอโซโทปที่นิวไคลด์ของอะตอมมีจำนวนนิวตรอนมาก หรือน้อยกว่าไอโซโทปเสถียรของธาตุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งนิวไคลด์เหล่านี้จะอยู่ในภาวะที่ไม่เสถียร(Unstable) และกลับเข้าสู่ภาวะเสถียร(Stable) โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า การสลายตัว(Radioactive decay) ด้วยการปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของกัมมันตภาพรังสี หรืออนุภาคต่าง ๆ เช่น α, β, γ และ X –ray เป็นต้น

ไอโซโทปกัมมันตรังสีจำแนกตามแหล่งกำเนิดออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีครึ่งชีวิต(half - life) ค่อนข้างยาวมาก เช่น K –40 ครึ่งชีวิตยาวถึง 1,250 ล้านปี

2. ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น โดยผลิตจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยใช้อนุภาคที่มีความเร็วสูงจากเครื่องเร่งอนุภาค Cyclotron หรือ ใช้นิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเป็นตัวกระตุ้นเป็นต้น

ภาพแสดงลักษณะนิวเคลียสที่เป็นไอโซโทปกัน

กรอบที่ 12 (ต่อ)

	เนื่องจากไอโซโทปของธาตุเดียวกันมีเลขอะตอมเท่ากันแต่เลขมวลต่างกัน จึงมีสมบัติทางเคมีเหมือนกันแต่สมบัติทางกายภาพต่างกัน จึงมีสมบัติทางเคมีเหมือนกันแต่สมบัติทางกายภาพต่างกัน ดังนั้น การวิเคราะห์ไอโซโทปของธาตุชนิดหนึ่งจึงไม่สามารถทำได้โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมี แต่ด้วยเหตุที่ไอโซโทปเหล่านี้มีสมบัติทางกายภาพต่างกัน เช่น มีมวลต่างกัน การวิเคราะห์ไอโซโทปเหล่านี้จึงทำได้โดยจำแนกมวล มวลของไอโซโทปของธาตุชนิดเดียวกันจะมีความแตกต่างกันน้อยมาก การวิเคราะห์ไอโซโทปจึงต้องใช้เครื่องมือที่วัดมวลได้ละเอียดมาก เครื่องมือประเภทนี้ ได้แก่ แมสสเปกโทรมิเตอร์ Back Next
หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก	

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5

กรอบที่ 13

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

1 องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส (ต่อ)

แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนที่ 1

กรุณากรอกชื่อ – นามสกุล และรหัสประจำตัว ให้เรียบร้อยก่อนทำแบบฝึกหัด

ชื่อ – สกุล _____ รหัสประจำตัว _____

กรุณาเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อละคำตอบเดียว

1. สัญลักษณ์ ของธาตุ Y เขียนได้ว่า $^{227}_{89}Y$ ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   - ก. ธาตุ Y มี จำนวนอิเล็กตรอน = 89, จำนวนนิวตรอน = 138
   - ข. ธาตุ Y มี จำนวนอิเล็กตรอน = 138, จำนวนนิวตรอน = 89
   - ค. ธาตุ Y มี จำนวนนิวคลีออน = 227, จำนวนนิวตรอน = 89
   - ง. ธาตุ Y มี จำนวนนิวคลีออน = 227, จำนวนอิเล็กตรอน = 138
2. จำนวนนิวตรอนในอะตอมของธาตุ $^{75}_{33}As$ คือข้อใด
   - ก. 108
   - ข. 75
   - ค. 42
   - ง. 33
3. จำนวนโปรตอนและนิวคลีออนในอะตอมของ $^{232}_{90}X$ คือข้อใด
   - ก. 90 และ 232
   - ข. 90 และ 142
   - ค. 232 และ 142
   - ง. 232 และ 322
4. ธาตุ A จำนวน 1 อะตอม มี นิวตรอนเท่ากับ 32 และมี โปรตอน เท่ากับ 28 ข้อใดคือสัญลักษณ์ของธาตุ A
   - ก. $^{32}_{28}A$
   - ข. $^{32}_{16}A$
   - ค. $^{60}_{32}A$
   - ง. $^{60}_{28}A$
5. ประจุบวกของนิวเคลียส ที่มีนิวคลีออนเท่ากับ 74 มีนิวตรอนเท่ากับ 42 คือข้อใด
   - ก. 116
   - ข. 74
   - ค. 42
   - ง. 32

กรอบ 13 (ต่อ)

6. นิวเคลียสของธาตุ X มีรัศมีเป็น 2 เท่าของ $^{24}_{17}Mg$ ธาตุ X มีเลขมวลเท่าใด

   ก. 3 ค. 9

   ข. 6 ง. 12

7. ธาตุ X และ Y เป็นไอโซโทปของธาตุชนิดเดียวกัน ธาตุ X และ Y จะมีจำนวนอนุภาคใดบ้างที่เท่ากัน

   ก. นิวคลีออน และโปรตอน เท่ากัน

   ข. นิวตรอน และโปรตอน เท่ากัน

   ค. นิวตรอนเท่ากัน เท่านั้น

   ง. โปรตอนเท่ากัน เท่านั้น

8. ธาตุในข้อใดต่อไปนี้เป็นไอโซโทปกัน

   ก. $^{6}_{3}X$ กับ $^{7}_{3}Y$

   ข. $^{3}_{1}X$ กับ $^{3}_{2}Y$

   ค. $^{3}_{1}X$ กับ $^{4}_{2}Y$

   ง. $^{133}_{49}X$ กับ $^{133}_{49}Y$

หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5
4. เมื่อเลือกส่งคำตอบจะพบกับเว็บเพจ สรุปผลการทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1

กรอบที่ 14

โลโก้

หน่วยการเรียนที่ 1

1

องค์ประกอบและสมบัติของนิวเคลียส

คุณ ชื่อ - สกุล

ได้คะแนน [ ] คะแนน อยู่ในระดับ [ ]

เฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนที่ 1

1. ก
2. ค
3. ก
4. ง
5. ง
6. ก
7. ง
8. ก

Next

หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 5 หน่วยที่ 6 หน้าแรก

กำหนดการนำเสนอ

1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม
2. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในหัวข้อนั้น หรือคำอธิบายเพิ่มเติมต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้
3. ตัวอักษรที่ใช้ ตัวอักษรใหญ่ใช้ขนาด 7 ตัวอักษรขนาดเล็กใช้ขนาด 5
4. ในช่องคะแนน จะปรากฏคะแนนที่นักเรียนทำได้
5. ในช่องระดับ ถ้าทำ ถูก 7-8 ข้อ จะปรากฏคำว่า ดีมาก
   ถูก 4-6 ข้อ จะปรากฏคำว่า ดี
   ถูก 0-3 ข้อ จะปรากฏคำว่า ต้องปรับปรุง ควรกลับไปศึกษาเนื้อหาอีกครั้ง

ตัวอย่าง ภาษาจาวาสคริปในแบบทดสอบหน่วยที่ 1

```
<script language="JavaScript">
var numQues = 8;
var numChoi = 4;

var answers = new Array(10);
answers[0] = "ก";
answers[1] = "ค";
answers[2] = "ก";
answers[3] = "ง";
answers[4] = "ง";
answers[5] = "ก";
answers[8] = "ง";
answers[9] = "ก";

function computeform(form) {
if (form.Scorech1.value>=8) {
alert("เก่งมาก"); }
if (form.Scorech1.value<=7&&form.Scorech1.value>=7) {
alert("เก่ง") ;}
if (form.Scorech1.value<=6&&form.Scorech1.value>=5) {
alert("พอใช้") ;}
if (form.Scorech1.value<=4) {
alert("ต้องปรับปรุง ควรกลับไปทบทวนเนื้อหาใหม่") ;}
}
function getScore(form) {
  var score = 0;
  var currElt;
  var currSelection;

  for (i=0; i<numQues; i++) {
    currElt = i*numChoi;
    for (j=0; j<numChoi; j++) {
      currSelection = form.elements[currElt + j];
      if (currSelection.checked) {
        if (currSelection.value == answers[i]) {
```

```
        score++;
        break;
      }
    }
  }
 }

 score = Math.round(score);
 form.Scorech1.value = score ;

 var correctAnswers = "";
 for (i=1; i<=numQues; i++) {
  correctAnswers += i + ". " + answers[i-1] + "\r\n";
 }
 form.solutions.value = correctAnswers;

}

<p>1. สัญลักษณ์ ของธาตุ Y เขียนได้ว่า <img src="symbolnu/Y227.gif" width="27" height="21">
            ข้อใดกล่าวถูกต้อง <br>
            <input type="radio" name="q1" value="ก">
            ก. ธาตุ Y มี จำนวนอิเล็กตรอน = 89, จำนวนนิวตรอน = 138<br>
            <input type="radio" name="q1" value="ข">
            ข. ธาตุ Y มี จำนวนอิเล็กตรอน = 138, จำนวนนิวตรอน = 89 <br>
            <input type="radio" name="q1" value="ค">
            ค. ธาตุ Y มี จำนวนนิวคลีออน = 227, จำนวนนิวตรอน = 89 <br>
            <input type="radio" name="q1" value="ง">
            ง. ธาตุ Y มี จำนวนนิวคลีออน = 227, จำนวนอิเล็กตรอน = 138 </p>
           <hr width="95%" noShade size=1>
<p>2. จำนวนนิวตรอนในอะตอมของธาตุ <img src="symbolnu/As75.gif" width="28" height="21">
            คือข้อใด<br>
            <input type="radio" name="q2" value="ก">
            ก. 108<br>
            <input type="radio" name="q2" value="ข">
            ข. 75<br>
            <input type="radio" name="q2" value="ค">
            ค. 42<br>
```

<input type="radio" name="q2" value="ง">

ง. 33

<p>3. จำนวนโปรตอนและนิวคลีออนในอะตอมของ <img src="symbolnu/X232.gif" width="29" height="21"> คือข้อใด

<input type="radio" name="q3" value="ก">

ก. 90 และ 232

<input type="radio" name="q3" value="ข">

ข. 90 และ 142

<input type="radio" name="q3" value="ค">

ค. 232 และ 142

<input type="radio" name="q3" value="ง">

ง. 232 และ 322

<p>4. ธาตุ A จำนวน 1 อะตอม มี นิวตรอนเท่ากับ 32 และมี โปรตอน เท่ากับ 28 ข้อใดคือสัญลักษณ์ของธาตุ A

<input type="radio" name="q4" value="ก">

ก. <img src="symbolnu/A32_28.gif" width="22" height="21">

<input type="radio" name="q4" value="ข">

ข. <img src="symbolnu/A32_16.gif" width="23" height="21">

<input type="radio" name="q4" value="ค">

ค. <img src="symbolnu/A60_32.gif" width="23" height="21">

<input type="radio" name="q4" value="ง">

ง. <img src="symbolnu/A60_28.gif" width="22" height="21">

<p> 5. ประจุบวกของนิวเคลียส ที่มีนิวคลีออนเท่ากับ 74 มีนิวตรอนเท่ากับ 42 คือข้อใด

<input type="radio" name="q5" value="ก">

ก. +116e

<input type="radio" name="q5" value="ข">

ข. +74e

<input type="radio" name="q5" value="ค">

ค. +42e

<input type="radio" name="q5" value="ง">

ง. +32e

<p> 6. นิวเคลียสของธาตุ <img src="symbolnu/O16.gif" width="23" height="21"> มีรัศมีเป็นกี่เท่าของนิวเคลียสของธาตุ <img src="symbolnu/H2.gif" width="17" height="21">

<input type="radio" name="q6" value="ก">

ก. 2

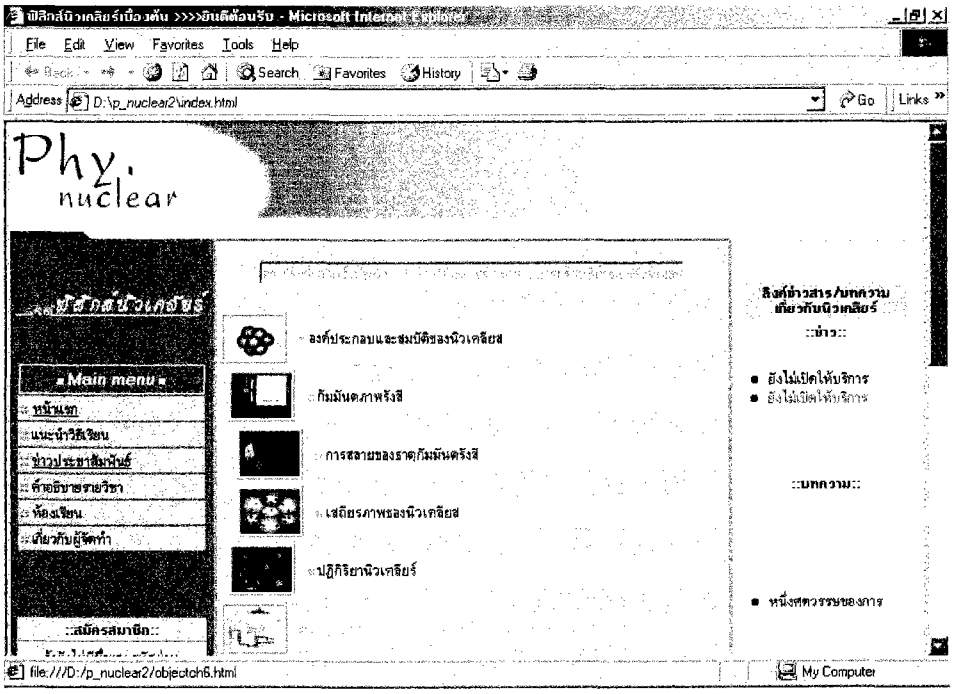
<input type="radio" name="q6" value="ข">

ข. 3

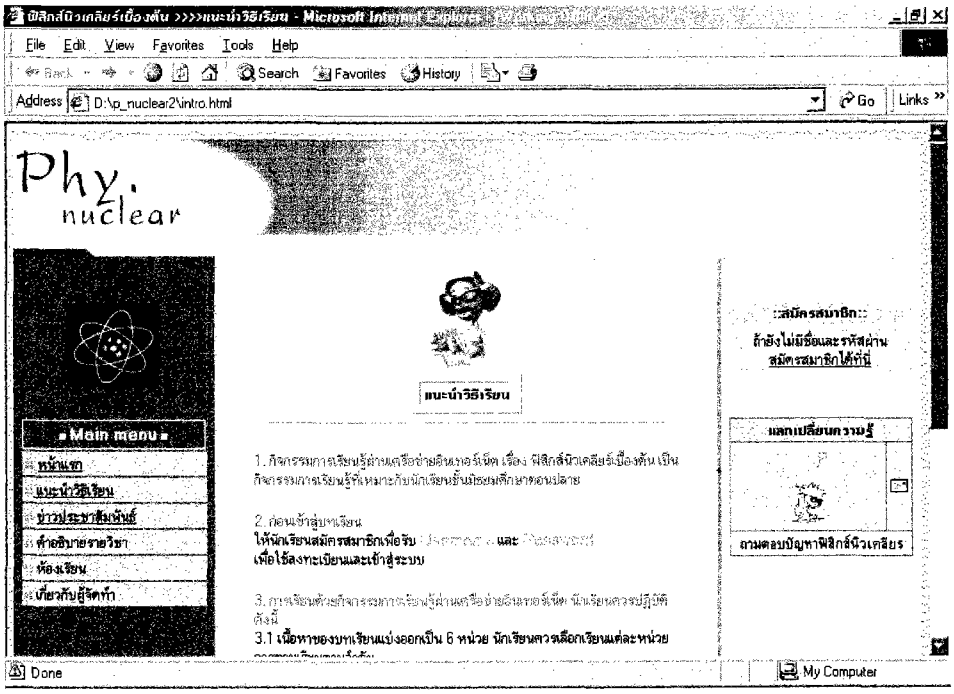
```
<input type="radio" name="q6" value="ค">
ค. 4<br>
<input type="radio" name="q6" value="ง">
ง. 5<br>
<p>7. ธาตุ X และ Y เป็นไอโซโทปของธาตุชนิดเดียวกัน ธาตุ X และ Y จะมีจำนวนอนุภาคใดบ้างที่เท่ากัน<br>
<input type="radio" name="q9" value="ก">
ก. นิวคลีออน และโปรตอน เท่ากัน<br>
<input type="radio" name="q9" value="ข">
ข. นิวตรอน และโปรตอน เท่ากัน<br>
<input type="radio" name="q9" value="ค">
ค. นิวตรอนเท่ากัน เท่านั้น<br>
<input type="radio" name="q9" value="ง">
ง. โปรตอนเท่ากัน เท่านั้น<br>
<p>8. ธาตุในข้อใดต่อไปนี้เป็นไอโซโทปกัน<br>
<input type="radio" name="q10" value="ก">
ก. <img src="symbolnu/X6.gif" width="17" height="21"> กับ <img src="symbolnu/Y7.gif" width="15" height="21"><br>
<input type="radio" name="q10" value="ข">
ข. <img src="symbolnu/X3.gif" width="17" height="21"> กับ <img src="symbolnu/Y3.gif" width="16" height="21"><br>
<input type="radio" name="q10" value="ค">
ค. <img src="symbolnu/X3.gif" width="17" height="21"> กับ <img src="symbolnu/Y4.gif" width="16" height="21"><br>
<input type="radio" name="q10" value="ง">
ง.<img src="symbolnu/X133.gif" width="28" height="21"> กับ <img src="symbolnu/Y133.gif" width="27" height="21"><br>
<input type="hidden" name="action" value="edit">
<input type="submit" value="ส่งคำตอบ" onClick="getScore(this.form)" name="Submit">
<input type="reset" value="ยกเลิก" name="reset">
<input onClick=computeform(this.form) type=button value=ผลการประเมิน name="button">
คะแนน =
<input type=text size=15 name="Scorech1">
<br>
เฉลยคำตอบ :<br>
<textarea name="solutions" wrap="virtual" rows="4" cols="40"></textarea>
</script>
```

ภาคผนวก ซ

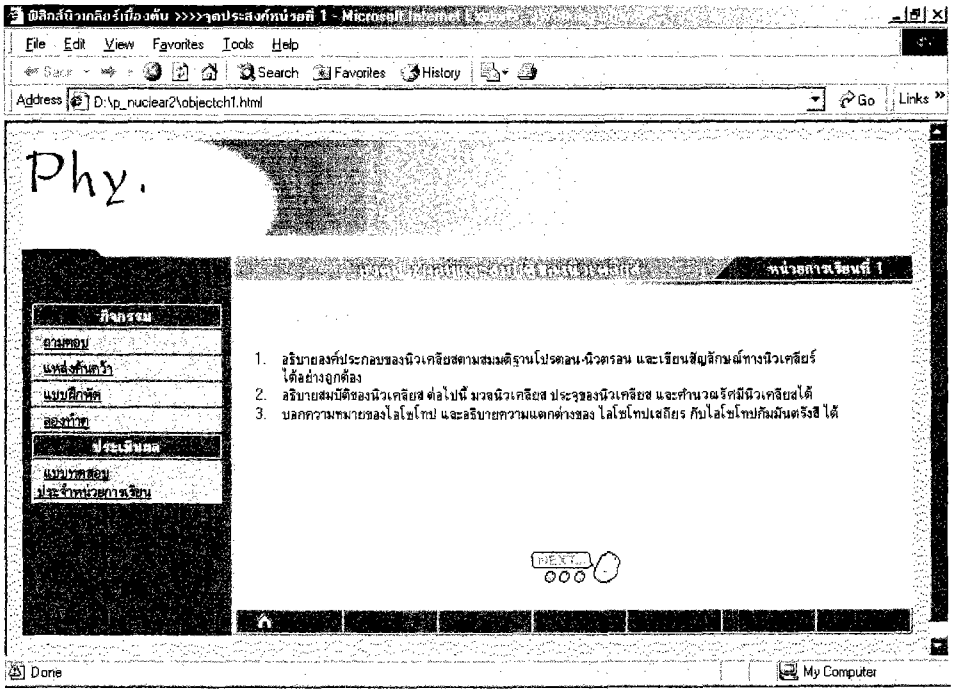
- ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น



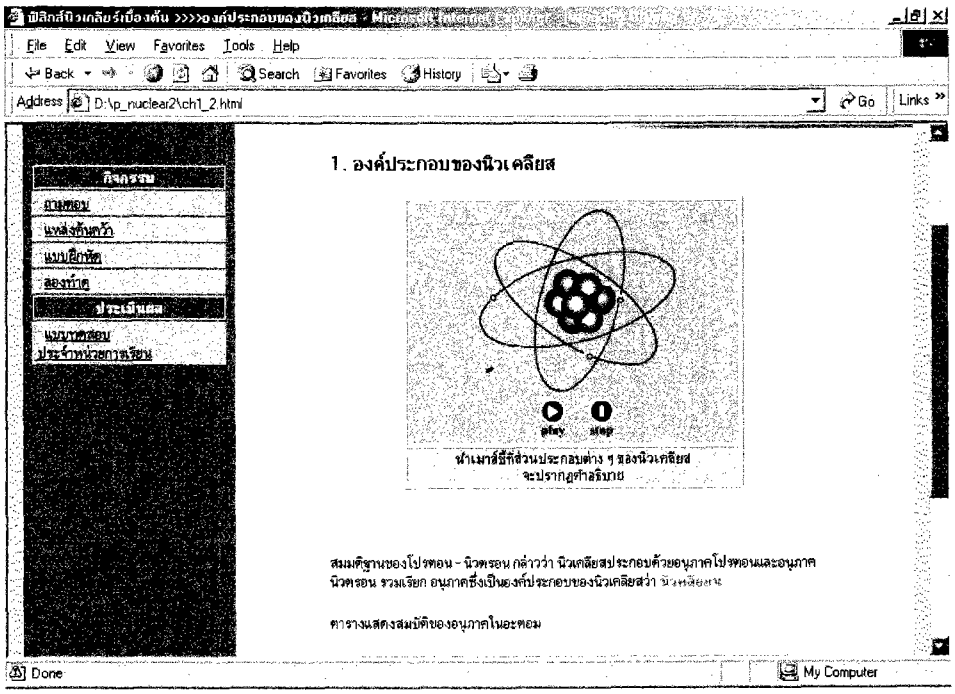
ตัวอย่างหน้าแรก(Home Page)



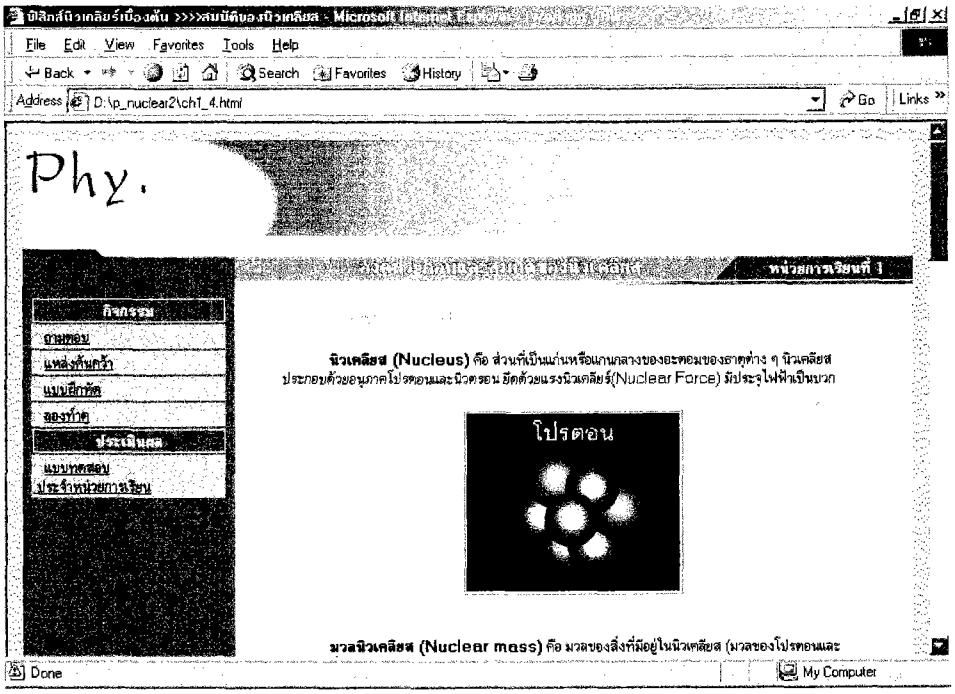
ตัวอย่างเว็บเพจหน้าแนะนำวิธีเรียน



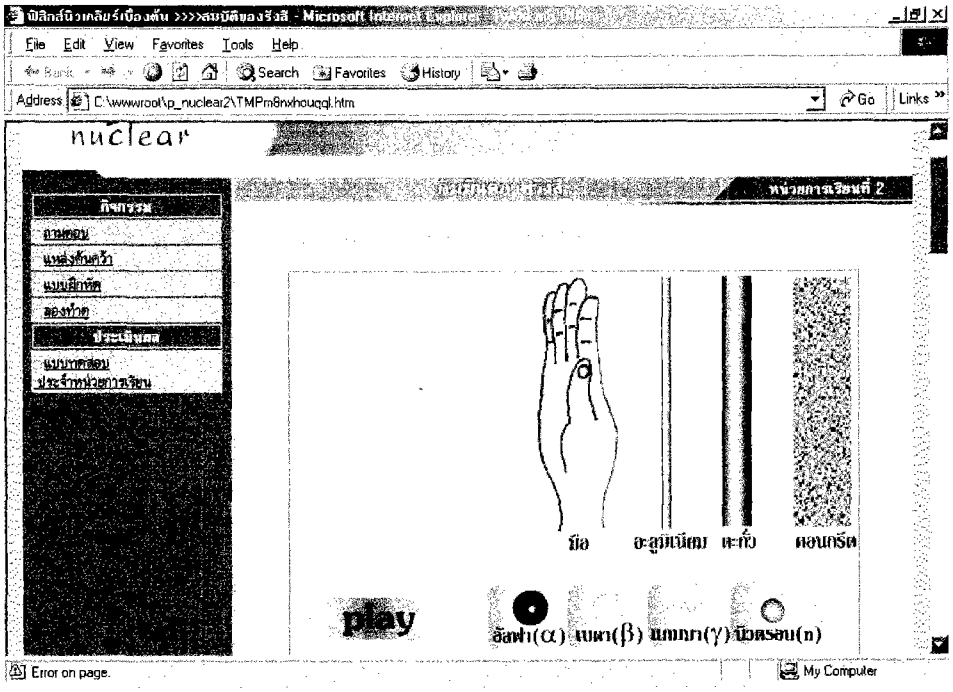
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 1



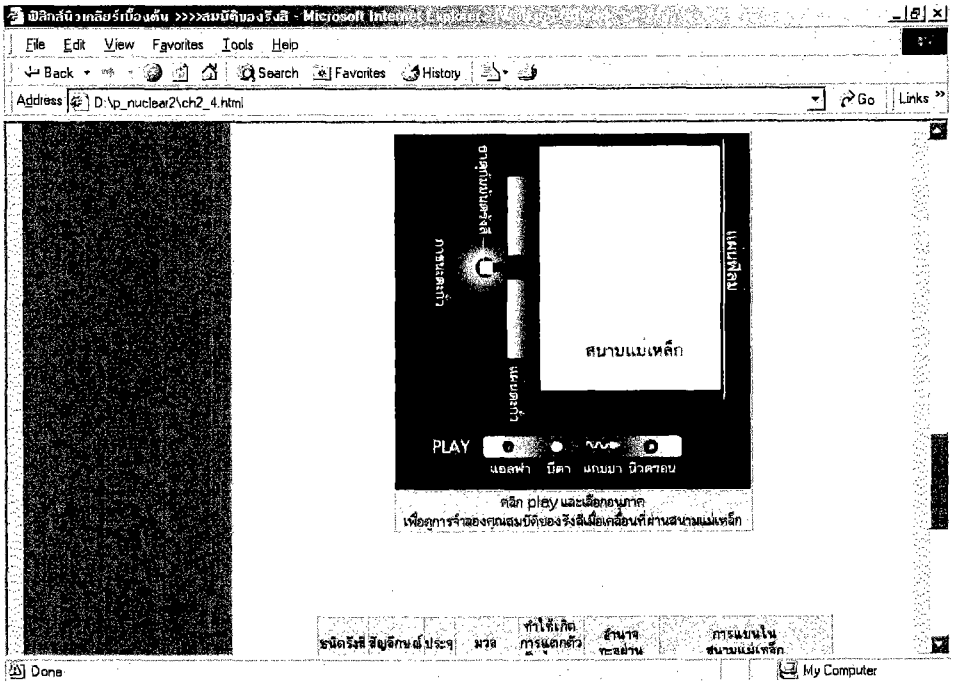
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 1



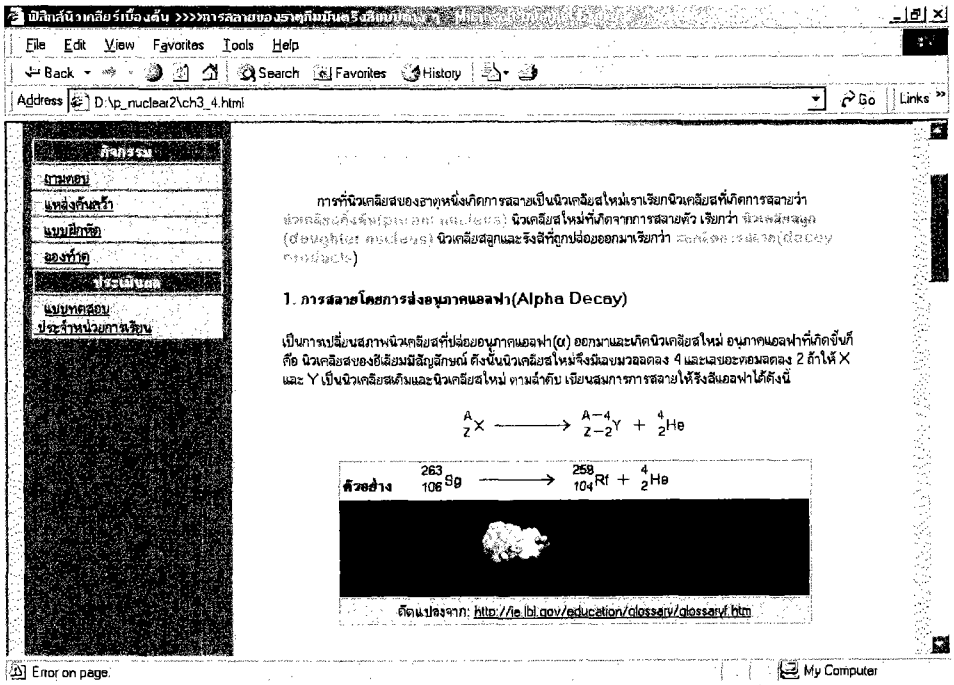
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 1



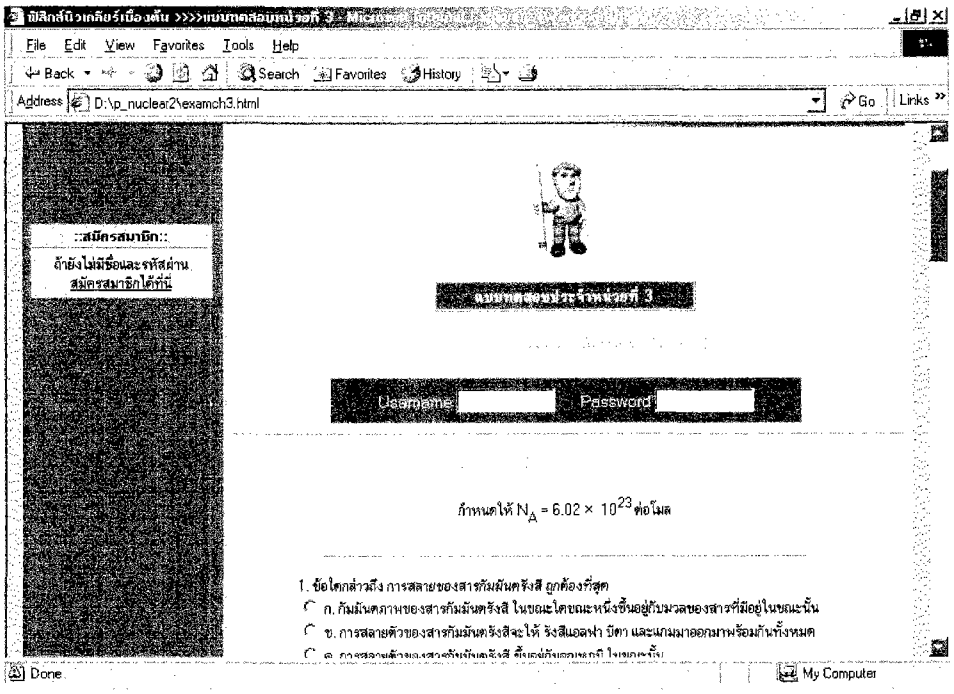
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 2



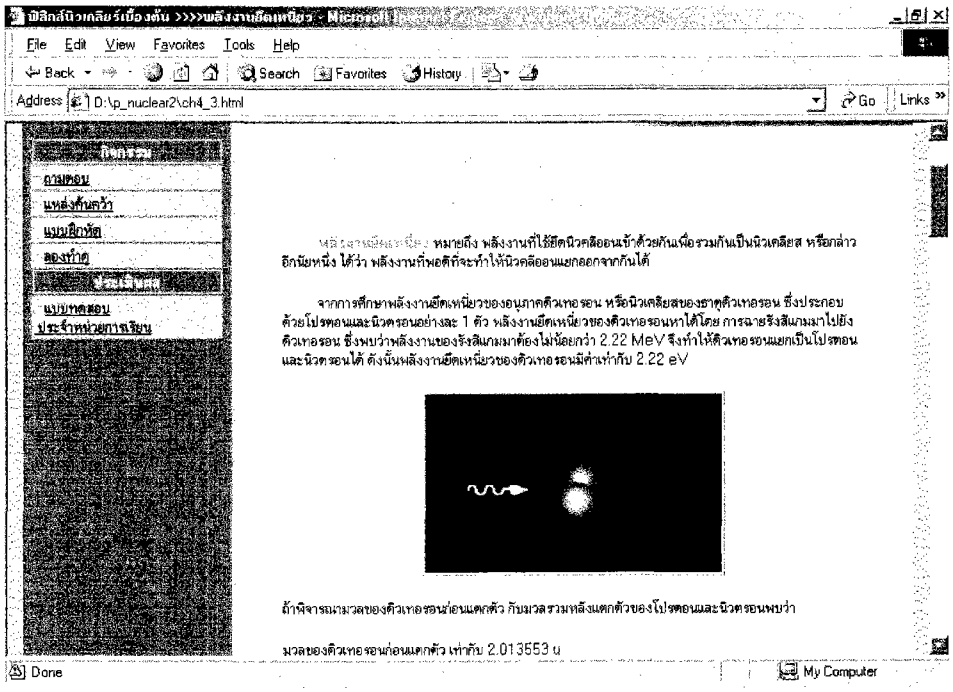
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 2



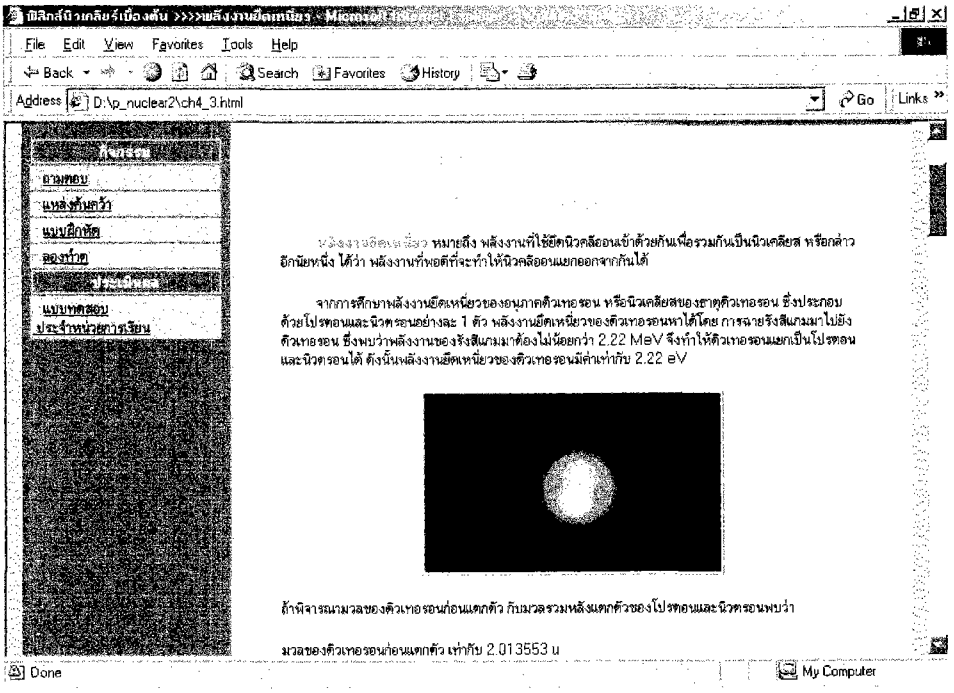
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 3



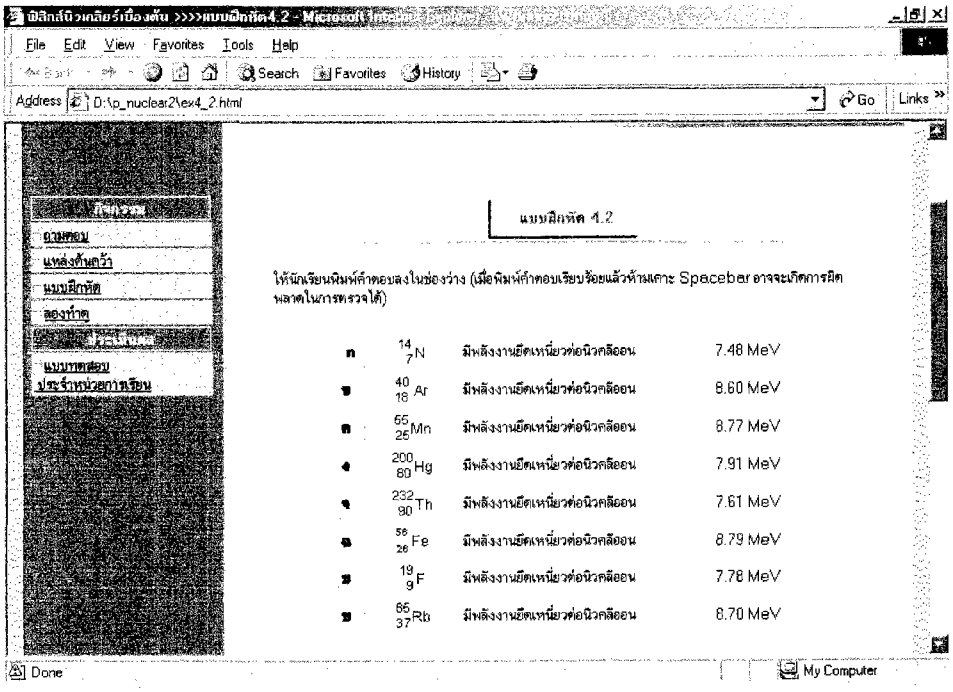
ตัวอย่างเว็บเพจแบบทดสอบหน่วยที่ 3



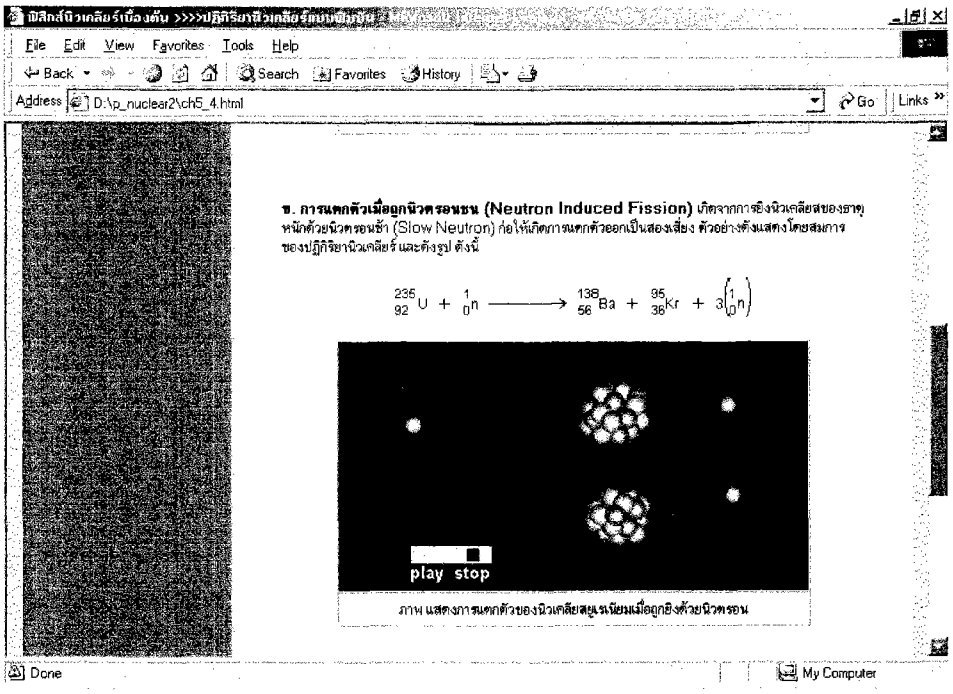
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 4



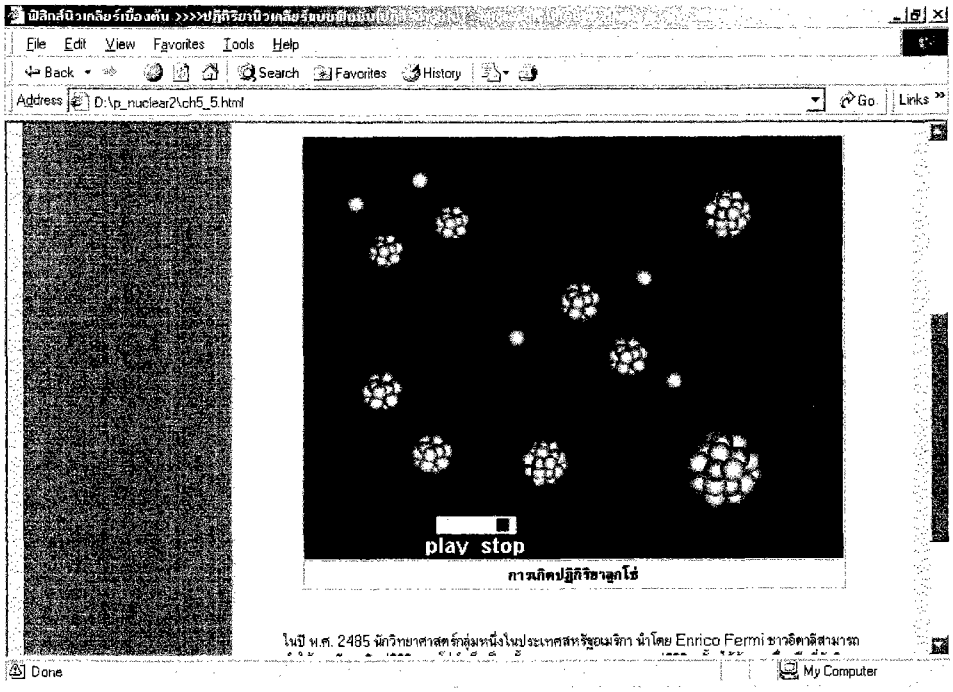
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 4



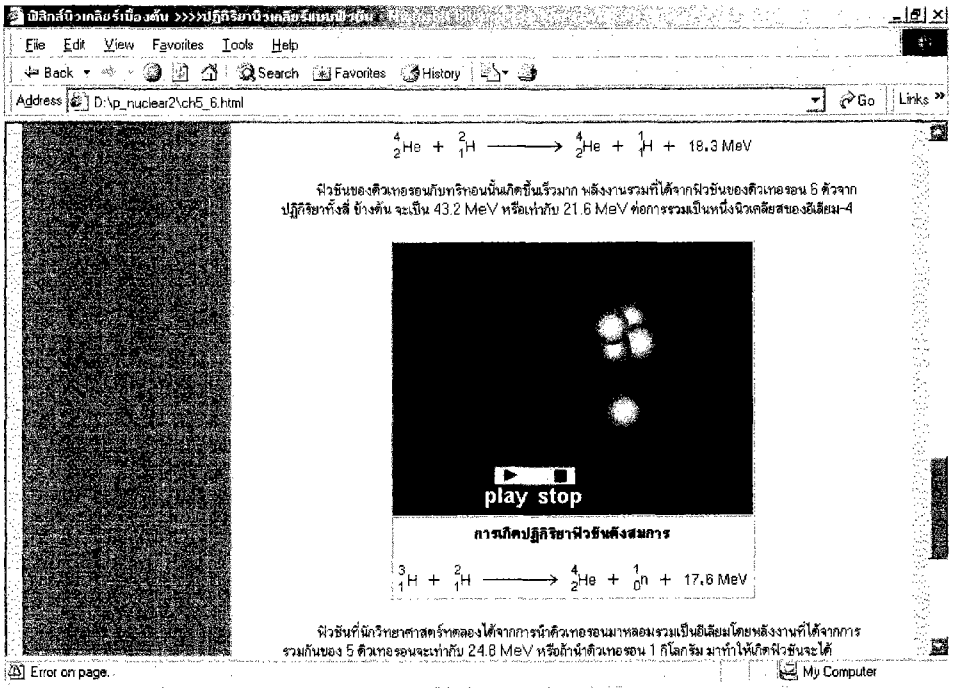
ตัวอย่างเว็บเพจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4



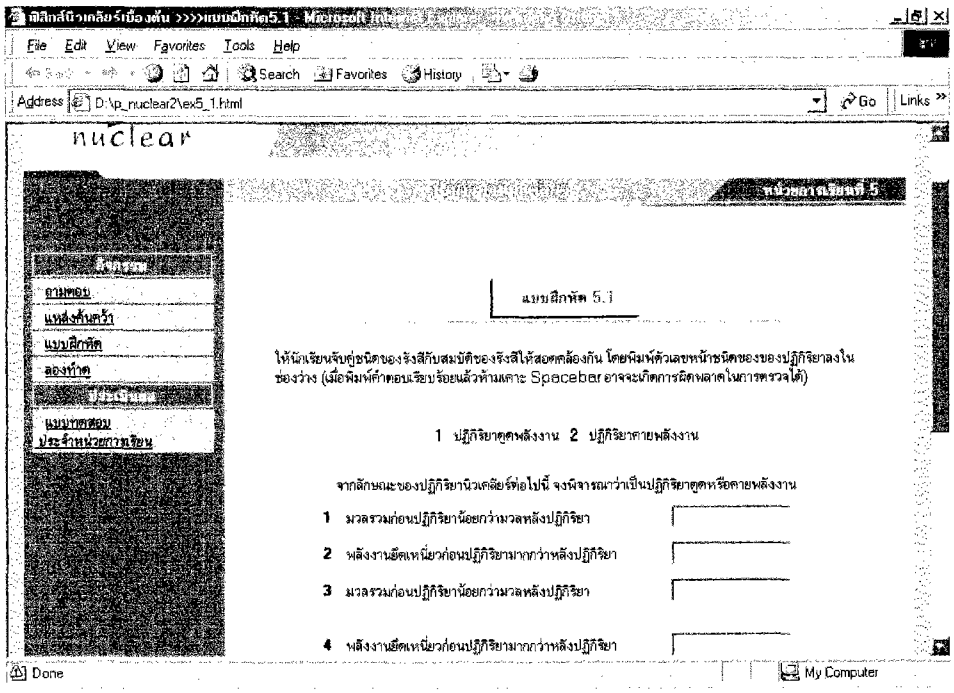
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 5



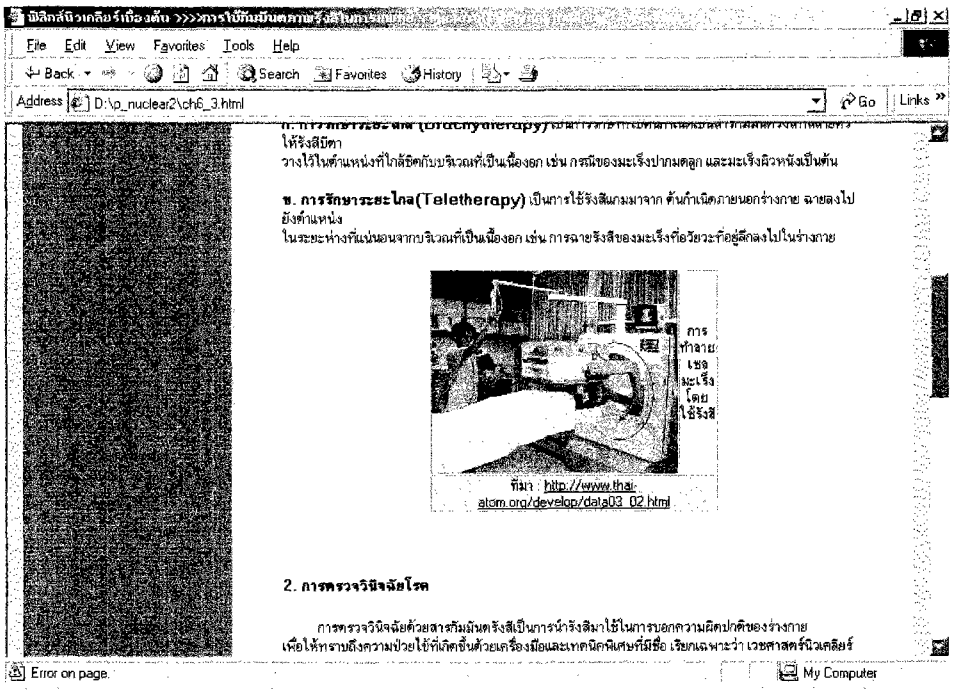
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 5



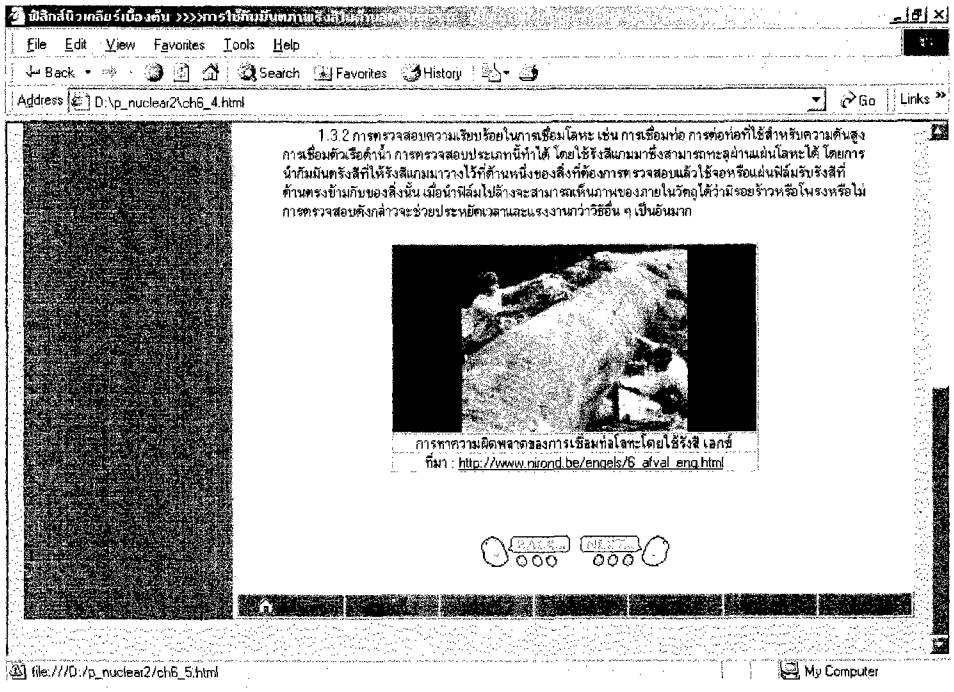
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 5



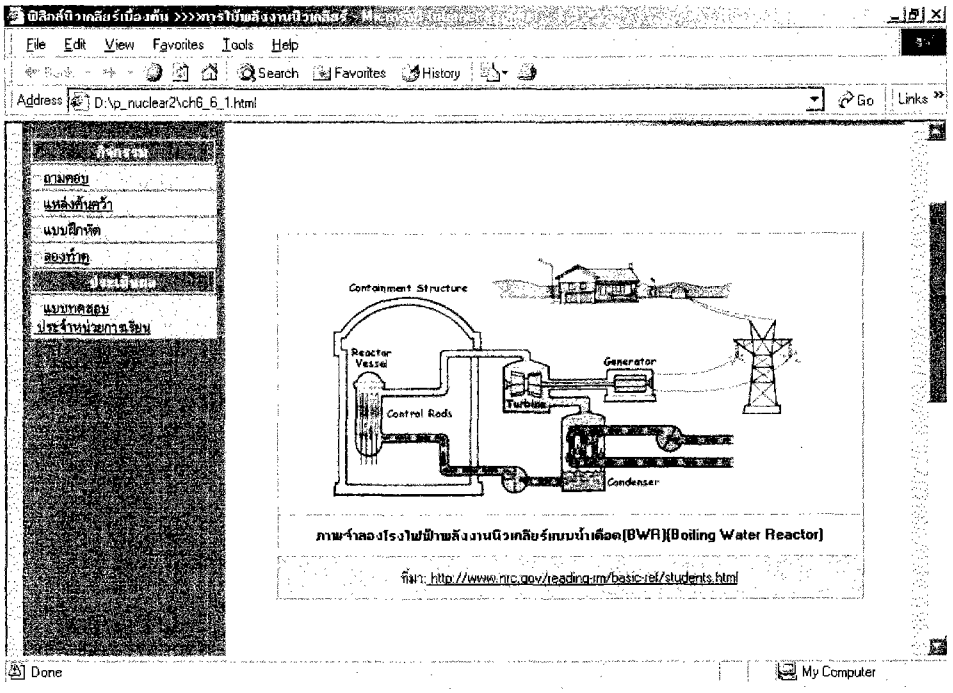
ตัวอย่างเว็บเพจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5



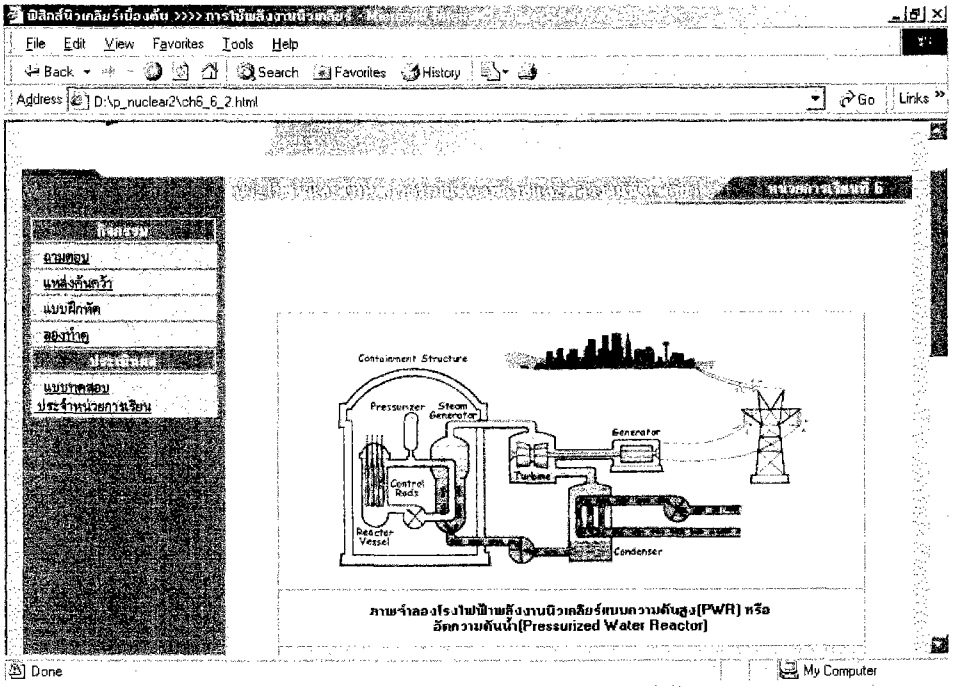
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 6



ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 6



ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 6



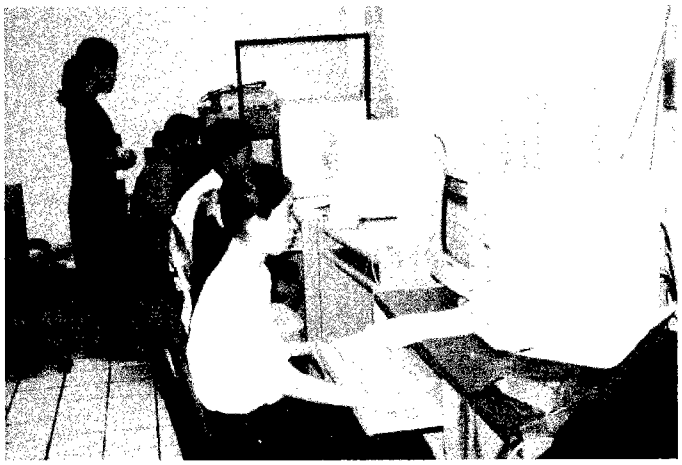
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยที่ 6

ภาคผนวก ฌ

- ภาพประกอบการวิจัย

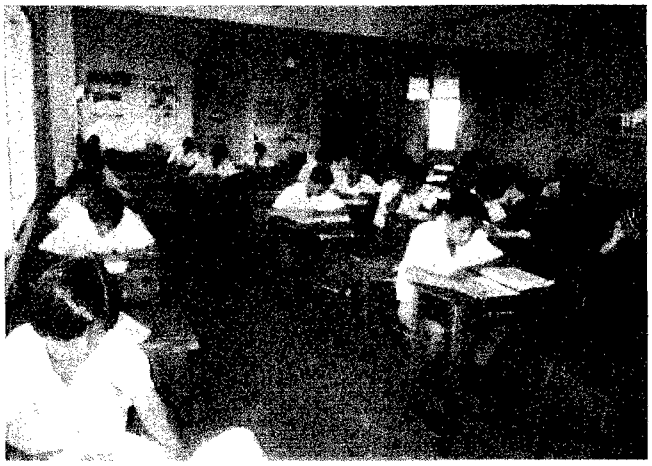
ภาพประกอบ 12 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียน 100 คน

ภาพประกอบ 13 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียน 100 คน



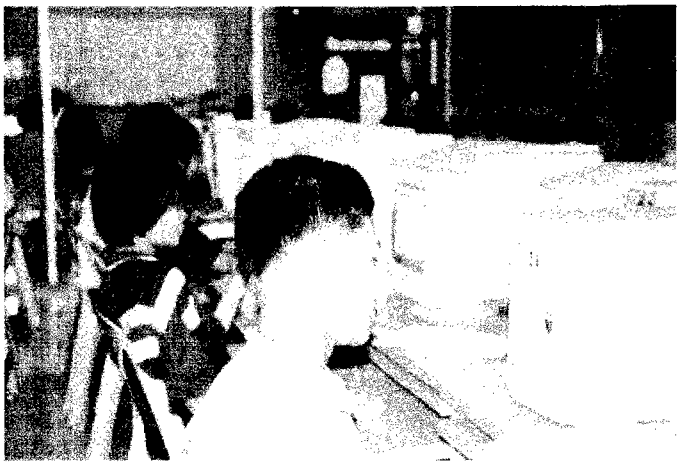
ภาพประกอบ 14 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักเรียน 3 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 1 คน/เครื่อง

ภาพประกอบ 15 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักเรียน 9 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 3 คน/เครื่อง



ภาพประกอบ 16 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

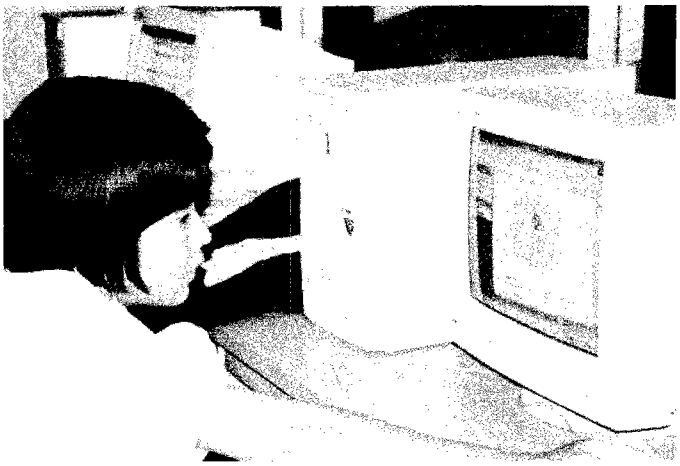
ภาพประกอบ 17 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก่อนเรียน



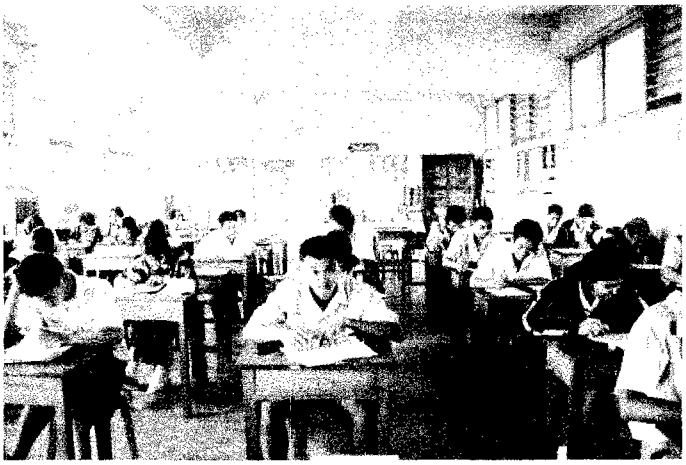
ภาพประกอบ 18 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง

ภาพประกอบ 19 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง

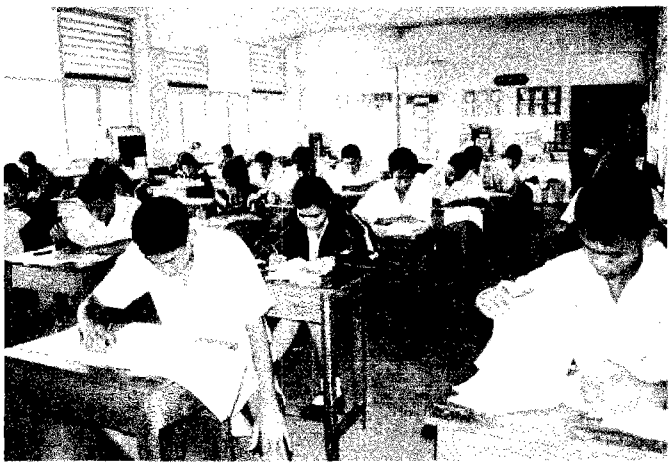
ภาพประกอบ 20 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพประกอบ 21 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพประกอบ 22 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน



ภาพประกอบ 23 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลังเรียน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวทิภากร สาริกา
วันเดือนปีเกิด	8 ธันวาคม 2518
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	68/1 หมู่ 1 ตำบลบ้านกล้วย อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี 15110
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านเขายายกะตา ตำบลซับนารายณ์ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี 15130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนบ้านหมี่วิทยา จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2536	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านหมี่วิทยา จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2540	คบ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากสถาบันราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี
พ.ศ. 2546	กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ