

การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

ปริญญานิพนธ์
ของ
จรรยารัตน์ พันธุ์คงอดิศักดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
กันยายน 2546
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

h 230150

จรรยาธน์ พันธคงอดิศักดิ์. (2546). การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” ปรินูณานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร. สมปราชญ์นา วงศ์บุญหนัก, รองศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพงษ์ เจริญพิทย.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และ 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา มีการดำเนินการสร้าง 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ 2) การหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา โดยการนำไปทดลองวิจัยนำร่องกับนักเรียนจำนวน 3 คน, 9 คน และ 15 คน ตามลำดับ และ 3) การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน รูปแบบการทดลองที่ใช้ คือ แบบกลุ่มเดียว โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติ t-test dependent และกรณีการทดลองหลังเรียน ใช้สถิติ t-test one group

ผลการวิจัยพบว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 70.55/72.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อนำไปทดลองสอน พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 77.55 ซึ่งสูงกว่าระดับดี มีเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดี และมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับดี

A DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL WEBS ON "ATOMIC THEORIES AND PROPERTIES
OF SUBSTANCES" FOR THE FORTH KEY STAGE STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
JAROONRUT PHANKONGADISUK

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
September 2003

Jaroonrut Phankongadisuk. (2003). *A Development of Educational Webs on Atomic Theories and Properties of Substances for the Forth Key Stage Students*. Master thesis, M.Ed. (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor Committee : Dr. Sompratana Wongboonnuk, Assoc. Prof. Dr. Natthapong Charoenpit.

This study was conducted under two objectives : 1) to develop an educational web-page on "Atomic Theories and its properties for the forth key-stage students, to reach the 70/70 criterion and 2) to investigate learning outcomes, on knowledge, attitude towards the developed web-page, and science project presentation ability.

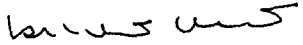
The study was accomplished through three stages of operation ; 1) development and quality evaluation of the web-page by experts, 2) efficiency identification of the web-page by three consecutive try-outs with three, nine and fifteen students respectively, and 3) instruction experimentation with thirty M.S. IV students of the Rachavinit Bangkhaepankhum school in Bangkok. The experimental design used was the "One-group Pretest-Posttest". Data were analyzed by the dependent t-test and the one-group t-test for pre and post tests comparisons and for posttest investigation only, respectively.

Findings of the study revealed that efficiency of the developed web-page reached the criterion of 70/70 with corresponding figures of 70.55/72.89 and its instruction experimentation brought about desirable learning outcomes ; posttest average score on knowledge designated as "good level" of 77.55 percent which was higher than its pre-test, students had attitude towards the web-page closed to the "good" level, and demonstrated science project presentation ability better than the "good" level.

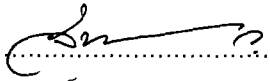
ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

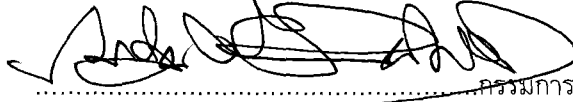
ของ
นางสาวจรรณรัตน์ พันธุ์คงอดีตักดี

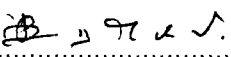
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 29 เดือน กันยายน พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


.....ประธาน
(อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ศรีไพโรจน์)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.สมปารถนา วงศ์บุญหนัก ประธานกรรมการที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ใช้เวลาอันมีค่า กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการทำวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุบผา แซ่มประเสริฐ อาจารย์ ดร.สมพร สุขะ อาจารย์เอนก ประดิษฐ์พงษ์ อาจารย์โชคชัย สกลวิรัตน์ อาจารย์นิตยา ปรีชาหาญ และอาจารย์รัตนภรณ์ คงเจริญ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้ความสะดวก สนับสนุนและช่วยเหลือในการดำเนินการเก็บข้อมูลให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกคน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณธีรณัย ธรรมชุตีพร ผู้ดูแลระบบเครือข่ายของโรงเรียนอัสสัมชัญ ธนบุรี ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการนำข้อมูลขึ้นไปเก็บไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และช่วยให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณ สมาชิกทุกคนในครอบครัว “พันธุ์มัย” และ “พันธุ์คงอดิศักดิ์” รวมทั้งเพื่อนๆนิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา รุ่น 16-17 ทุกคน ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา รวมทั้งครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

จตุรรัตน์ พันธุ์คงอดิศักดิ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
	ความสำคัญของการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	4
	ขั้นตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	5
	ขั้นตอนที่ 3 การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
	สมมติฐานของการวิจัย	7
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
	หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และ	
	สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	10
	เนื้อหาสาระ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร	11
	ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	11
	ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน	13
	ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด	17
	ทฤษฎีอะตอมของโบร์.....	22
	ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น.....	28
	คุณสมบัติของสาร	33
	อินเทอร์เน็ต.....	38
	ความหมาย.....	38
	บริการบนอินเทอร์เน็ต	38
	ความสำคัญของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา.....	39
	รูปแบบของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา	40
	ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา	42
	เว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	43
	ความหมาย.....	43
	การออกแบบเว็บเพจ	44
	หลักการออกแบบเว็บเพจเพื่อการศึกษา	46
	องค์ประกอบของเว็บเพจเพื่อการศึกษา	47
	คุณภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	49

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	50
ผลการเรียนรู้ด้านความรู้.....	52
ความหมาย.....	52
กรอบพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้.....	52
ผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	54
ความหมาย.....	54
การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	55
การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด.....	58
ความหมายการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	58
ความสัมพันธ์ของการนำเสนอผลงานกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	58
ความสัมพันธ์ของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับแผนที่ความคิด.....	60
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
งานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้.....	66
งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	69
งานวิจัยเกี่ยวกับการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	72
งานวิจัยเกี่ยวกับแผนที่ความคิด.....	73
3	
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	75
ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	75
ขั้นตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	77
ขั้นตอนที่ 3 การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	78
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	85
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	86
4	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
ประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	90
ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	91
เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	93
ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด.....	93
5	
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	95
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	95
สมมติฐานในการวิจัย.....	95

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ) วิธีดำเนินการวิจัย	95
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
สรุปผลการวิจัย.....	97
อภิปรายผล.....	98
ข้อเสนอแนะ	103
บรรณานุกรม	105
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก	114
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย.....	115
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์.....	116
ภาคผนวก ข	122
แบบประเมินเนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษา	123
แบบประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	127
แบบสอบถามความคิดเห็นต่อเว็บเพจเพื่อการศึกษา	130
แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้.....	132
แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียน	
ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	137
แบบประเมินเกณฑ์การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงาน	
ทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	140
แบบประเมิน การกำหนดตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนน	
และระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	143
ภาคผนวก ค.....	148
แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร.....	149
แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	155
เกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงาน	
ทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	158
ภาคผนวก ง	160
ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องด้านเนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	161
ตารางแสดงสรุปการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา	163
ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียนต่อเว็บเพจเพื่อการศึกษา	164

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก (ต่อ)	
ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้.....	165
ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดเจตคติ	
ต่อการเรียนรู้ด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา	169
ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมิน	
ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	170
ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถ	
ในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	171
ภาคผนวก จ	174
ตารางแสดงค่าความยากง่าย คำอ่านจำแนกและ	
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้.....	175
ภาคผนวก ฉ.....	178
ตารางแสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการ	
ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 9 คน	179
ตารางแสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการ	
ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 15 คน	180
ตารางแสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบ	
ก่อนเรียนและหลังเรียน	182
ตารางแสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้	
จากการทดสอบหลังเรียน.....	183
ตารางแสดงคะแนนเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา	184
ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงาน	
ทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	185
ภาคผนวก ช	186
ตัวอย่างแผ่นเรื่องราวบทเรียน(Story Board)	
เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร	187
ตัวอย่างเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร.....	197
ภาคผนวก ซ.....	208
ตัวอย่างผลงานการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	209
ภาคผนวก ฌ	215
ภาพประกอบการวิจัย.....	216
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	221

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงมาตรฐาน ว 3.1 และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระการเรียนรู้ที่ 3	11
2 แสดงสมบัติอนุภาคมูลฐานของอะตอม	22
3 แสดงอนุกรมต่างๆในสเปกตรัมอะตอมของไฮโดรเจน.....	25
4 แสดงจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่างๆ	29
5 สรุปหลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักของธาตุที่มีเลขอะตอมต่างๆ.....	30
6 แสดงค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตีของธาตุบางธาตุในสถานะแก๊ส.....	36
7 แสดงค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุบางชนิด.....	37
8 แสดงคะแนนตามค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น	57
9 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ.....	76
10 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ.....	77
11 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องของการทดลองใช้ เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียนจำนวน 3 คน	77
12 แสดงการแบ่งช่วงเวลาและการประเมินผล ในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาไปทดลองสอน.....	79
13 แสดงการจำแนกข้อสอบ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร.....	80
14 แสดงคะแนนพฤติกรรมทางบวกและพฤติกรรมทางลบ	82
15 แสดงเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	83
16 แสดงตัวบ่งชี้การประเมิน คะแนน และระดับความสามารถในการนำเสนอ ผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด.....	84
17 ผลการประเมินคุณเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	90
18 เปรียบเทียบค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน.....	91
19 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	91
20 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียน.....	92
21 แสดงคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร.....	93
22 แสดงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	94
23 แสดงรายละเอียดของเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถ ในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	147

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
24 แสดงเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	158
25 แสดงตัวบ่งชี้การประเมิน คะแนน และระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	159
26 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ด้านเนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร.....	161
27 สรุปการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา.....	163
28 สรุปความคิดเห็นของนักเรียนต่อเว็บเพจเพื่อการศึกษา	164
29 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้.....	165
30 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา	169
31 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	170
32 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด	171
33 แสดงค่ายากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร.....	175
34 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 9 คน	179
35 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 9 คน	179
36 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 15 คน	180
37 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 15 คน	181
38 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	182
39 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียน.....	183
40 แสดงคะแนนเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา	184
41 แสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด.....	185

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า	15
2 แสดงการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน.....	16
3 แสดงการเกิดรังสีบวก(แอนโนด)ในหลอดรังสีแคโทด	16
4 แสดงแบบจำลองอะตอมของทอมสัน.....	17
5 แสดงการทดลองการกระเจิงรังสีแอลฟาของรัทเทอร์ฟอร์ด.....	17
6 แสดงแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	18
7 แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นวงกลมรอบนิวเคลียส.....	19
8 แสดงวงโคจรของอิเล็กตรอนที่แผ่รังสีเมื่อเคลื่อนที่ไปรอบโปรตอน ของไฮโดรเจนอะตอมตามทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	21
9 แสดงส่วนประกอบของคลื่น.....	22
10 แสดงสเปกตรัมของแสงขาว (รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า)	23
11 แสดงการเกิดสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน.....	24
12 แสดงแบบจำลองอะตอมของไฮโดรเจนตามทฤษฎีของโบร์.....	27
13 แสดงระดับพลังงานของไฮโดรเจนอะตอม	28
14 แสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย.....	31
15 แสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับย่อยของธาตุบางชนิด.....	32
16 แสดงการจัดแสดงหน้าเว็บเพจแบบเชิงเส้น.....	45
17 แสดงการจัดแสดงหน้าเว็บเพจแบบลำดับขั้น	45
18 แสดงการจัดแสดงหน้าเว็บเพจแบบผสม	46
19 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดกระจายออก	60
20 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดปลายเปิด	61
21 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดปลายปิด	61
22 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดเชื่อมโยงข้ามชุด.....	61
23 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดผสม	62
24 แสดงการให้คะแนนแผนที่ความคิด.....	63
25 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้กับนักเรียน 100 คน	216
26 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้กับนักเรียน 100 คน	216
27 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้กับนักเรียน 100 คน	216
28 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียน 3 คน.....	217
29 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียน 9 คน.....	217
30 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียน 9 คน.....	217

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
31 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียน 15 คน.....	218
32 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียน 15 คน.....	218
33 ทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน.....	218
34 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน.....	219
35 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน.....	219
36 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน.....	219
37 ทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน.....	220
38 ทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน.....	220
39 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียน ด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาหลังเรียนจบบทเรียน.....	220

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นทรัพยากรที่มีคุณภาพ ดังนั้น การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาประเทศ และในการพัฒนาทางด้านการศึกษาก็จำเป็นต้องมีการกำหนดทิศทางในการพัฒนาคนเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างเหมาะสม การศึกษาเป็นกระบวนการที่ช่วยให้คนได้พัฒนาตนเองตลอดชีวิตตั้งแต่แรกเกิด การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถด้านต่างๆที่จะดำรงชีวิตและประกอบอาชีพได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2529 : 2) และสังคมโลกในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เป็นยุคของข้อมูลข่าวสารหรือที่เรียกว่า ยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology หรือ IT) ประชากรในทุกภูมิภาคของโลกสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็ว และหลากหลายวิธี ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีเกี่ยวกับการสื่อสารโทรคมนาคมก้าวหน้าไปเป็นอันมาก ประกอบกับมีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาใช้ในการรวบรวมข้อมูลข่าวสารอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ในการพัฒนาและบริหารงาน ดังนั้น ระบบข้อมูลสารสนเทศเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และพัฒนางานด้านต่างๆ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดค่าใช้จ่าย ประหยัดเวลา และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลให้รูปแบบของการจัดบทเรียนเนื้อหา และสภาพการจัดการเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลงจากในอดีตอย่างชัดเจน การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่มีครูเป็นศูนย์กลาง เป็นแหล่งให้ความรู้เริ่มลดน้อยลง เพราะการแพร่ขยายเข้ามาของเทคโนโลยีสารสนเทศ (สนั่น มาสกลาง. 2544 : 66)

การจัดการศึกษาตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวทางว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ รวมทั้งยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากวิชาดังกล่าวเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ แต่วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยยังประสบปัญหาหลายประการ ทั้งด้านหลักสูตร การวัดผลและประเมินผล รวมทั้งกระบวนการเรียนการสอน (รุ่ง แก้วแดง. 2543 : คำนำ) ในอดีตที่ผ่านมา การจัดการศึกษาไม่สนองตอบกระบวนการพัฒนาผู้เรียน ผู้สอนส่วนใหญ่จะใช้รูปแบบและวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ไม่มีการยืดหยุ่น ใช้ตำราเรียนจากเอกสารสิ่งพิมพ์ เน้นการถ่ายทอดความรู้และเนื้อหา เป็นการเรียนรู้เพื่อทำข้อสอบ โดยละเลยการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพ ไม่นำเหตุการณ์และปัญหาจากชุมชนเข้ามาเรียนรู้ ไม่สนใจวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ค่านิยม และภูมิปัญญาไทย เป็นผลทำให้กระบวนการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ทำให้ผู้เรียนมีแต่ความรู้ ไม่มีความคิด (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2542 : 2) และจากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาทั้งโดยกรมวิชาการและองค์กรนานาชาติ มีข้อมูลยืนยันได้ว่า เด็กไทยมีผลการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ที่สู้ประเทศอื่นไม่ได้ แม้กระทั่งประเทศเพื่อนบ้านในเอเชีย เช่น สิงคโปร์ เกาหลี มาเลเซีย และเวียดนาม การที่ผลการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยด้อยกว่าประเทศอื่น ไม่ได้หมายความว่า เด็กไทยสติปัญญาต่ำแต่เป็นผลมาจากกระบวนการเรียนการสอนและวิธีการประเมินผลที่ทำให้เด็กไทยไม่รู้จักคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผล จึงจำเป็นต้องมีการปฏิรูปการเรียนรู้

การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้จะต้องเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผู้สอนจะต้องจัดตามความต้องการหรือความประสงค์ของผู้เรียนเกี่ยวกับความถนัด เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีความถนัด มีวิธีการเรียนรู้ไม่เหมือนกัน ผู้สอนจะต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียน การนำผลของเหตุการณ์และปัญหาการศึกษาเรียนรู้ วิเคราะห์ สร้างองค์ความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ สร้างระบบใหม่ เพื่อประยุกต์ใช้กับสภาพจริง เน้นการแข่งขันกับตนเอง ตั้งเป้าหมายเพื่อการพัฒนาตนเองให้ดีขึ้น การสร้างกระบวนการคิด ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม เสริมสร้างค่านิยมประชาธิปไตย คุณธรรม จริยธรรมที่มาจากสภาพจริงมากกว่าการเรียนรู้ด้วยการท่องจำ เป้าหมายการปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ มีวิธีการเรียนรู้โดยตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้อันเป็นอริยทรัพย์ในตน ผู้เรียนรักถิ่นฐานบ้านเมืองของตนเอง มีพลังปัญญารู้ทันโลก เป็นตัวของตัวเอง เป็นบุคคลที่พึงประสงค์ในสังคมไทย คือ เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543 : 28-29) ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์ ใช้เหตุผล รู้จักค้นคว้าหาความรู้และปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ตลอดจนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และนำไปแก้ปัญหาต่างๆในชีวิตประจำวันได้ โดยครูผู้สอนเป็นผู้จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องได้รับความรู้จากครูในห้องเรียนเท่านั้น แหล่งความรู้มีอยู่รอบตัวไม่จำเป็นพ่อแม่ ชุมชน ศาสนา ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สื่อสารมวลชนต่างๆ หรือการเรียนรู้จากเทคโนโลยีสารสนเทศ (สนั่น มาสกลาง. 2544 : 66-67)

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทต่อการจัดการเรียนการสอนมาก ดังที่ยืน ภูววรรณ (2543 : 32-36) ได้กล่าวสรุปว่า เทคโนโลยีสารสนเทศทำให้เข้าถึงแหล่งความรู้ และแหล่งข้อมูลได้มากและรวดเร็ว จัดเก็บข้อมูลและความรู้จำนวนมาก โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ต เข้ามามีบทบาททำให้ระบบเศรษฐกิจของโลกเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สังคมเปลี่ยนแปลง ข้าราชการอินเทอร์เน็ตส่งถึงกันได้รวดเร็ว ช่วยลดระยะทาง ลดระยะเวลาในการเรียนรู้และลดช่องว่างระหว่างส่วนกลางกับภูมิภาค อินเทอร์เน็ตมีส่วนทำให้เกิดการเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะสามประสาน ซึ่งได้แก่ ครู นักเรียน และผู้ปกครอง เข้าด้วยกันโดยผ่านทางเครือข่าย เพื่อความใกล้ชิดระหว่างบ้านกับโรงเรียนด้วยเทคโนโลยีต่างๆ มีการสร้างเครือข่ายการศึกษาเพื่อโรงเรียนไทยหรือสกูลเน็ต มีการใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียนกันมากขึ้น สร้างระบบการเรียนรู้แบบเครือข่ายที่ไม่ยึดติดกับเวลา สถานที่และบุคคล เป็นการเรียนรู้ตามอัธยาศัยและต่อเนื่องตลอดชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เกี่ยวกับแนวคิดในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้สารสนเทศ (หมวด 9 มาตรา 66) ระบบสังคมจึงเปลี่ยนไปเป็นสังคมที่เต็มไปด้วยการเรียนรู้และเรียกสังคมใหม่นี้ว่า Knowledge Society ดังนั้น ควรมีการนำระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งในขณะนี้ สถาบันการศึกษารวมทั้งหน่วยงานของรัฐบาลบางแห่งได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว เพราะว่าได้ตระหนักถึงความสำคัญและคุณค่าของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีต่อการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของสมเด็จพระเลขาจารย์แสง (2540 - 2541 : 58-60) ซึ่งได้กล่าวถึงคุณค่าของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีต่อการศึกษามากมายซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีการรับรู้เกี่ยวกับสังคม วัฒนธรรม และโลกมากขึ้น ในลักษณะที่สื่อประเภทอื่นๆไม่สามารถทำได้ เป็นการสนับสนุนการสื่อสารและการร่วมมือกันของผู้เรียนไม่เฉพาะในลักษณะของผู้เรียนร่วมห้องหรือผู้เรียนต่างห้องเรียนบนเครือข่ายด้วยกัน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งเป็นการสนับสนุนกระบวนการสหสาขาวิชาการ (Interdisciplinary Approach) ในลักษณะการบูรณาการเรียน การสอนในสาขาวิชาต่างๆเข้าด้วย ดังตัวอย่าง โครงการสำรวจพระอาทิตย์เที่ยงวัน (Noon Observation Project)

นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการนี้จะได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ของโลก ได้เรียนรู้ความสำคัญของการวัดจากประสบการณ์จริง รู้ถึงคุณค่าของการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มและได้ฝึกการเขียนรายงาน นอกจากนี้ ผู้เรียนมีความอิสระ และสามารถที่จะใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการสำรวจปัญหาต่างๆตามที่ผู้เรียนสนใจ ถือเป็นแรงจูงใจสำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนรู้ อีกทั้งกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังก่อให้เกิดทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยเฉพาะการวิเคราะห์แบบสืบค้น (Inquiry-Based Analytical Skills) การคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical Thinking) การวิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การคิดอย่างอิสระ ตลอดจนเป็นการเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน และผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ตามความพร้อม ความถนัด และความสนใจของตนเอง ด้วยเหตุนี้ กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงเป็นกิจกรรมที่เอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยครูเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิภากร สาลิก(2546 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก(2527: บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

สำหรับเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 9-11) ได้แบ่งสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 8 สาระ ดังนี้ สาระที่ 1)สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2)ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3)สารและสมบัติของสาร สาระที่ 4)แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5)พลังงาน สาระที่ 6)กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สาระที่ 7)ดาราศาสตร์และอวกาศ และสาระที่ 8)ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเนื้อหาสาระ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร เป็นส่วนหนึ่งในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 และจัดอยู่ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทุกคนต้องเรียน ประกอบกับเนื้อหาสาระเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีลักษณะเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการทดลองและการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ต่างๆซึ่งเนื้อหาในบางเรื่องไม่สามารถทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ มีลักษณะเป็นนามธรรมเข้าใจยาก นักเรียนต้องใช้จินตนาการในการเรียนรู้ เช่นการทดลองของมิลลิแกนเกี่ยวกับการหาค่าประจุของอิเล็กตรอน และเนื้อหาในบางเรื่องถึงแม้จะทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้แต่อุปกรณ์ในการทดลองมีไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน รวมทั้งผลการทดลองที่ได้ไม่ค่อยชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจยากต้องอาศัยการค้นคว้าจากตำรา เอกสารต่างๆจำนวนมากมายจึงจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1)ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2)ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3)ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4)ทฤษฎีอะตอมของโบร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5)ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6)คุณสมบัติของสาร พัฒนาเป็นเว็บเพจเพื่อการ

ศึกษา เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และสามารถนำเสนอผลงานจากสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ รวมทั้งเป็นการปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อประโยชน์ในด้านการเรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะได้เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ซึ่งผ่านกระบวนการพัฒนามีคุณภาพตามเกณฑ์ เว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตการดำเนินการ 3 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีขอบเขตดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา

การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา ดำเนินการ ดังนี้

- 1.1 เนื้อหาสาระเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร

- 1.2 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ประกอบด้วย

- 1) โปรแกรมระบบปฏิบัติการ Windows 98 , Windows Me
- 2) โปรแกรมอ่านข้อมูลบนเว็บ(Web Browser) ได้แก่ Internet Exploer , Netscape Navigator
- 3) โปรแกรมสร้างเว็บไซต์(HTML Editor) ได้แก่ Macromedia Dreamweaver version 4.0
- 4) โปรแกรมสร้างภาพกราฟฟิกและภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ Macromedia Flash version 5.0

และ Adobe Photoshop version 6.0

1.3 การประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพในด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษร และด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง(Background) โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 4 3 2 และ 1 หมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา

การหาประสิทธิภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ดำเนินการดังนี้

2.1 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 3 คน เพื่อดูความเหมาะสมด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษร และด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง(Background)

2.2 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษา ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 9 คน เพื่อนำผลที่ได้ใช้กำหนดเป็นเกณฑ์ประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

2.3 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษา ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 3 การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ไปทดลองสอน ดำเนินการ ดังนี้

3.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชวินิตบางแค-ปานขำ กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน รวม 30 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากประชากรที่กำหนด

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การเรียนรู้ด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

2.1) เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

2.3) ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอนเป็นเนื้อหา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชวินิต-บางแคปานขำ กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โดยทดลองสอนในชั่วโมงอิสระ คาบละ 50 นาที รวม 14 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร หมายถึง สื่อเทคโนโลยีที่จัดทำขึ้นในลักษณะหน้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อเป็นสื่อช่วยสอนสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1) ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2) ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3) ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4) ทฤษฎีอะตอมของโบร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5) ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6) คุณสมบัติของสาร แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ

ประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร หมายถึง ผลการใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด แต่ละหน่วยการเรียนรู้กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนจบบทเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตัวเลข 70 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละที่ได้จากการนำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยการเรียนรู้ในระหว่างเรียน

ตัวเลข 70 ตัวหลัง หมายถึง ค่าร้อยละที่ได้จากการนำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจากเรียนจบบทเรียน

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ วัดโดยใช้แบบทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนโดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 2) ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ได้คะแนนร้อยละ 70)

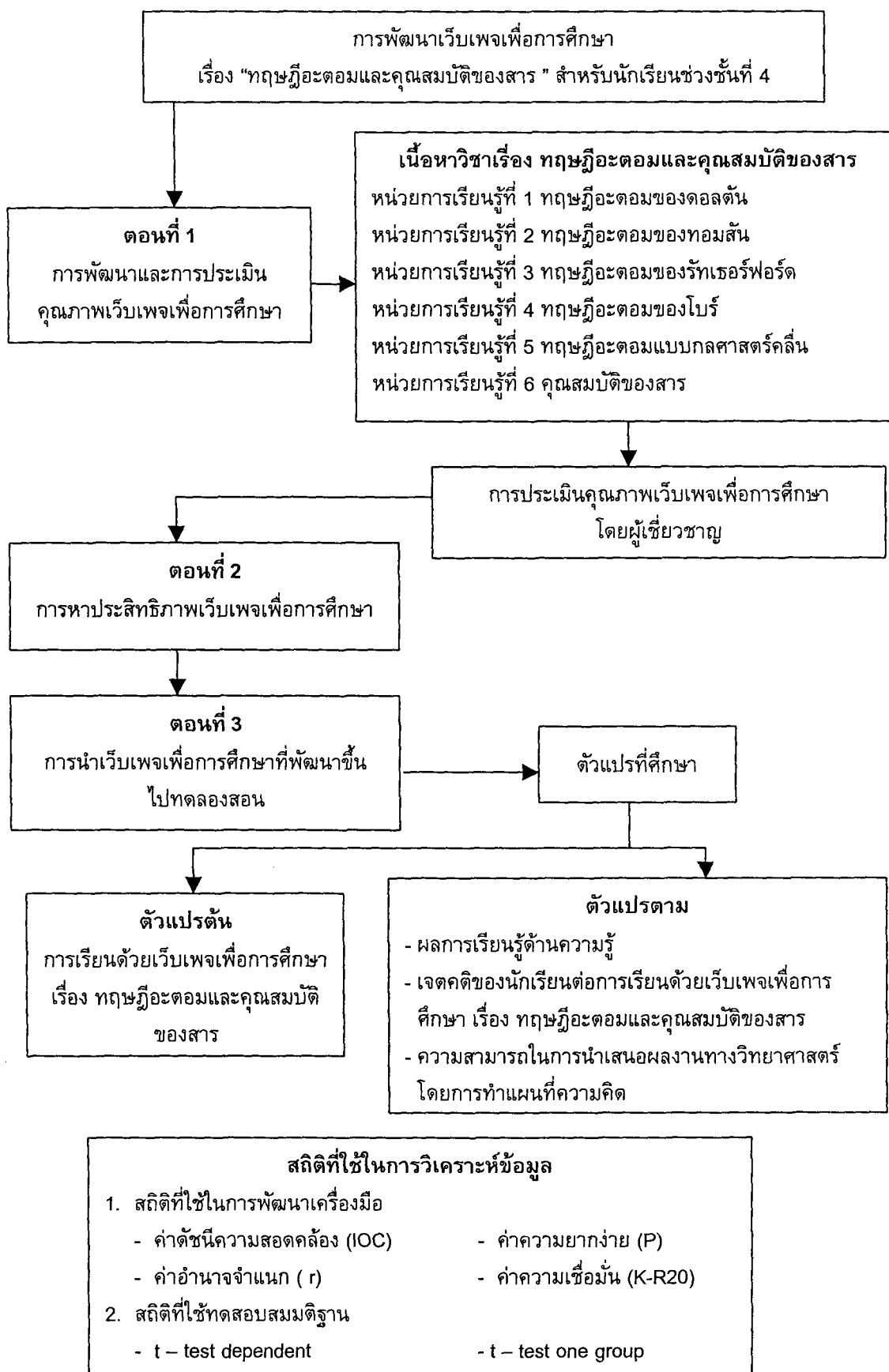
เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา หมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกในด้านบวกและด้านลบของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้สึกรักใคร่ 2) ด้านการแสดงออก และ 3) ด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา วัดโดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 4 3 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดตามลำดับ จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ตโดยดัดแปลงจากแบบสอบถามวัดเจตคติของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 144 – 146)

ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด หมายถึง การนำเสนอสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ในลักษณะการสร้างองค์ความรู้ในรูปของความคิดแบบองค์รวม ซึ่งการประเมินประกอบด้วยเกณฑ์ด้านเนื้อหา ด้านคุณลักษณะของแผนที่ความคิด ด้านคุณภาพผลงาน และด้านความรับผิดชอบ วัดโดยใช้แบบประเมินที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิก (Rubic) เป็น 5 ระดับ ได้แก่ 5 4 3 2 และ 1 หมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ได้คะแนนร้อยละ 70)
3. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาอยู่ในระดับดี (มีค่าเท่ากับ 4.00)
4. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิดอยู่ในระดับดี (มีค่าเท่ากับ 4.00)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เนื้อหาสาระเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
 - 2.1 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน
 - 2.2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน
 - 2.3 ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด
 - 2.4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์
 - 2.5 ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น
 - 2.6 คุณสมบัติของสาร
3. อินเทอร์เน็ต
 - 3.1 ความหมายอินเทอร์เน็ต
 - 3.2 บริการบนอินเทอร์เน็ต
 - 3.3 ความสำคัญของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา
 - 3.4 รูปแบบของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา
 - 3.5 ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา
4. เว็บไซต์เพื่อการศึกษา
 - 4.1 ความหมายเว็บไซต์เพื่อการศึกษา
 - 4.2 การออกแบบเว็บไซต์
 - 4.3 หลักการออกแบบเว็บไซต์เพื่อการศึกษา
 - 4.4 องค์ประกอบของเว็บไซต์เพื่อการศึกษา
 - 4.5 คุณภาพของเว็บไซต์เพื่อการศึกษา
 - 4.6 การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อการศึกษา
5. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้
 - 5.1 ความหมายผลการเรียนรู้ด้านความรู้
 - 5.2 กรอบพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้
6. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 6.2 การวัดการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
7. การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด
 - 7.1 ความหมายการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
 - 7.2 ความสัมพันธ์การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 7.3 ความสัมพันธ์การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับแผนที่ความคิด

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 8.1 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้
- 8.2 งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
- 8.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
- 8.4 งานวิจัยเกี่ยวกับแผนที่ความคิด

1. หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดให้การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้ เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคมโดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อมสังคมแห่งการเรียนรู้ และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เปิดโอกาสให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา พัฒนาสาระ และกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงเห็นสมควรกำหนดให้มีหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ขึ้นโดยยึดหลักความมีเอกภาพด้านนโยบาย และมีความหลากหลายในการปฏิบัติ กล่าวคือ จัดเป็นหลักสูตรแกนกลาง จัดโครงสร้างหลักสูตรให้ยืดหยุ่น กำหนดมาตรฐานการศึกษา รวม 12 ปี โดยแบ่งเป็น 4 ช่วงชั้น คือ ช่วงชั้นที่ 1) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้น ที่ 2) ประถมศึกษาปีที่ 4-6 ช่วงชั้นที่ 3) มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 และช่วงชั้นที่ 4) มัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กำหนดสาระการเรียนรู้เป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ โดยสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มนี้ เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ โดยจัดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกประกอบด้วยภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างพื้นฐานการคิดและเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤตของชาติ และกลุ่มที่สองประกอบด้วย สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์ และสร้างศักยภาพในการคิดและการทำงานอย่างสร้างสรรค์ โดยสถานศึกษาต้องจัดให้กับผู้เรียนโดยยึดหลักผู้เรียนสำคัญที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดไว้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และลักษณะที่ 2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ซึ่งเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละช่วงชั้น คือ ประถมศึกษาปีที่ 3 ประถมศึกษา ปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ออกเป็น 8 สาระ ดังนี้ สาระที่ 1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3) สารและสมบัติของสาร สาระที่ 4) แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5) พลังงาน สาระที่ 6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สาระที่ 7) ดาราศาสตร์และอวกาศ และสาระที่ 8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน ว 3.1 และมาตรฐาน ว 3.2 โดยมาตรฐาน ว 3.1 สำหรับช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ได้กล่าวไว้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงมาตรฐาน ว 3.1 และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม. 4 – ม. 6
เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายโครงสร้างอะตอม ชนิดและจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ วิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่างๆในอะตอม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2. สำรวจ ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบ เลขอะตอมของธาตุ อธิบายการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ และทำนายแนวโน้มของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ 3. สำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาสาระ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ประกอบด้วย เนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1)ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2) ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3)ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4) ทฤษฎีอะตอมของโบร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5)ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6) คุณสมบัติของสาร พัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยเนื้อหาสาระเรื่องดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1

2. เนื้อหาสาระเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาสาระ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร จากเอกสารและตำราเรียน วิชาเคมีต่างๆ สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้ (อินทรา หาญพงษ์พันธ์. 2534 : 289-323) ; (ลัดดา มีสุข. 2539 : 11-65) ; (กฤษณา ชูติมา. 2540 : 15-53) ; (วิโรจน์ ปิยวัชรพันธ์. 2541 : 41-80) ; (ชัยยุทธ ช่างสาร และ เลิศณรงค์. 2543 : 1-22) ; (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2545 : 36-65)

2.1 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

อะตอม (Atom) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกว่า Atomos (A แปลว่า “ไม่” tomos แปลว่า “แบ่งได้”) หมายถึง หน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุที่ไม่สามารถแบ่งออกให้เล็กลงไปอีก ซึ่งประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็ก มีความหนาแน่นสูง และมีประจุเป็นบวก โดยนิวเคลียสนี้มีโปรตอนและนิวตรอนเป็นองค์ประกอบ (ยกเว้นไฮโดรเจน ซึ่งไม่มีนิวตรอน) และมีกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนล้อมรอบนิวเคลียส และเนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมากจนมองดูด้วยตาเปล่าไม่เห็น ในการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมส่วนใหญ่จึงศึกษาจากแบบจำลองของอะตอม (Atomic Model) ดังนี้

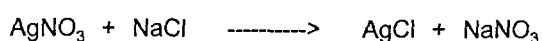
ในปี ค.ศ. 1804 จอห์น ดอลตัน(John Dalton) เป็นคนแรกที่เสนอทฤษฎีอะตอม ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

1. สารประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ เรียกว่า อะตอม อะตอมของสารบริสุทธิ์และธาตุไม่สามารถแบ่งแยกต่อไปอีกได้หรือไม่สามารถเปลี่ยนเป็นธาตุหรือสารอื่นได้
 2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน จะมีสมบัติทางเคมี ทางฟิสิกส์และมีมวล น้ำหนักเหมือนกัน ส่วนอะตอมของธาตุหรือสารต่างชนิดกันจะแตกต่างกันทั้งสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์
 3. อะตอมทั้งหลายจะทำให้เกิดขึ้นใหม่หรือสูญหายไม่ได้
 4. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวทางเคมีระหว่างอะตอมของธาตุต่างชนิดกันด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นเลขลงตัวน้อยๆ เช่น น้ำ (H_2O) เกิดจากการรวมตัวทางเคมีของไฮโดรเจน (H) กับออกซิเจน (O) ในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร หรือ 1 : 8 โดยน้ำหนัก เป็นต้น
 5. โมเลกุลของสารประกอบชนิดเดียวกัน ย่อมมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ และมีสมบัติต่างจากสารประกอบอื่น เช่น โมเลกุลของน้ำ (H_2O) ต่างจากโมเลกุลของดินประสิว (KNO_3)
- ทฤษฎีอะตอมของดอลตันกำหนดให้อะตอมมีแบบจำลองเป็นทรงกลมตัน มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถแบ่งแยก หรือทำให้สูญหายหรือกลายเป็นอย่างอื่นได้อีก

ความสำเร็จและความล้มเหลวของทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

ความสำเร็จของทฤษฎีอะตอมของดอลตัน จะเห็นได้จากการมีประโยชน์ต่อวิทยาศาสตร์มาก ดังนี้

1. ช่วยอธิบายกฎทรงมวลของสาร (Law of Conservative of Mass) ซึ่งกล่าวว่า “มวลของสารก่อนเข้าทำปฏิกิริยาเคมีย่อมเท่ากับมวลของสารหลังจากเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้ว” เช่น



จากปฏิกิริยาเคมีนี้ จะพบว่า ผลรวมของ $AgNO_3$ กับ $NaCl$ เท่ากับผลรวมมวลของ $AgCl$ กับ $NaNO_3$ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีอะตอมของดอลตันที่กล่าวว่า “อะตอมทำให้สูญหายหรือทำให้เกิดใหม่ไม่ได้”

2. ช่วยอธิบายกฎสัดส่วนคงที่ (Law of Proportional of Mass) ซึ่งกล่าวว่า “เมื่อธาตุต่างๆ รวมตัวกันทางเคมีเกิดเป็นสารประกอบโดยมีอัตราส่วนในการรวมตัวเป็นตัวเลขลงตัวน้อยๆ” เช่น ไฮโดรเจน(H) รวมตัวทางเคมีกับออกซิเจน (O) เกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ (H_2O) โดยมีอัตราส่วนการรวมตัวทางเคมีของ H : O เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร หรือ 1 : 8 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีอะตอมของดอลตันที่กล่าวว่า “เมื่ออะตอมของธาตุต่างชนิดกันมารวมตัวทางเคมีเกิดเป็นสารประกอบจะมีอัตราส่วนในการรวมตัวที่เป็นเลขลงตัวจำนวนน้อย”

ความล้มเหลวของทฤษฎีอะตอมของดอลตัน จะเห็นได้จากการที่ทฤษฎีอะตอมของดอลตันไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่างได้ เช่น

1. ไม่สามารถอธิบายการเกิดรังสีแคโทดของหลอดรังสีแคโทด
2. ไม่สามารถอธิบายการเกิดไอโซโทปของธาตุ

2.2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน

1) การค้นพบอิเล็กตรอนและสมบัติของอิเล็กตรอน

ประมาณปี ค.ศ. 1832-1833 ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) นักเคมีและฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ค้นพบการนำไฟฟ้าของสารละลาย โดยได้ทำการทดลองแยกสารบริสุทธิ์ออกมาจากสารละลายด้วยวิธีการแยกสลายด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) ได้ข้อสรุปว่า “ในอะตอมต้องมีอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกับที่มีอยู่ในสารละลายที่เกิดการแยกสลายด้วยไฟฟ้า” เพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เลย แต่ฟาราเดย์ไม่ได้ศึกษาต่อว่า อนุภาคในอะตอมที่มีประจุไฟฟ้านั้น คือ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าประเภทใด

ในปี ค.ศ. 1891 จอห์นสโตน สโตนีย์ (Johnstone Stoney) ได้ศึกษาผลงานของฟาราเดย์ และเป็นผู้สรุปว่า ไฟฟ้าประกอบด้วยอนุภาคทางไฟฟ้า และตั้งชื่ออนุภาคนั้นว่า “อิเล็กตรอน” และอิเล็กตรอนนี้จะเป็นอนุภาคเล็กๆ ในอะตอมของธาตุด้วย โดยการศึกษาการนำไฟฟ้าของแก๊สในหลอดที่เกือบเป็นสุญญากาศเรียกว่า “หลอดรังสีแคโทด” (Cathode - Ray Tube) ซึ่งเป็นหลอดแก้วบรรจุแก๊สที่มีความดันต่ำประมาณ 0.1 มิลลิเมตรของปรอท และมีขั้วไฟฟ้าต่อไปยังศักย์ไฟฟ้าแรงสูงถึง 10,000 โวลต์ พบว่า นอกจากหลอดรังสีแคโทดจะนำไฟฟ้าได้แล้ว ยังปรากฏว่ามีลำแสงพุ่งออกจากแคโทดด้วย ลำแสงนี้ คือ รังสีแคโทด (Cathode Ray) ซึ่งมีสมบัติ ดังนี้

1. รังสีแคโทดทำให้เกิดการเรืองแสงกับฉากที่มีสารเรืองแสงได้
2. เดินทางเป็นเส้นตรงออกจากแคโทดไปยังแอโนด เพราะลำแสงนี้จะทำให้เกิดเงา ถ้ามีวัตถุมาขวางทางเดินของแสง
3. รังสีแคโทดประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวล เพราะสามารถทำให้ใบพัดที่ขวางทางเดินของลำแสงหมุนได้
4. รังสีแคโทดเบี่ยงเบนได้ในสนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็ก และลักษณะการเบี่ยงเบนแสดงว่า ลำแสงนี้มีประจุลบ

2) อัตราส่วนประจุต่อมวล (e/m) ของอิเล็กตรอน

เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน (Sir Joseph John Thomson) ได้ทำการทดลองวัดอัตราส่วนของประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนในรังสีแคโทด เพื่อเปรียบเทียบกับไอออนอื่นๆ ในกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า โดยใช้วิธีการต่างกัน 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 วัดความร้อนเมื่อรังสีแคโทดตกกระทบขั้วไฟฟ้า โดยวิธีนี้ทอมสันระดมยิงรังสีแคโทดไปยังขั้วไฟฟ้าที่ทราบความจุความร้อน แล้ววัดอุณหภูมิที่สูงขึ้น พลังงานทั้งหมดที่ขั้วไฟฟ้าได้รับ (W) จะเท่ากับพลังงานจลน์ทั้งหมดของอนุภาค

$$\text{นั่นคือ } W = N \frac{mv^2}{2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

ประจุทั้งหมดที่สะสมที่ขั้วไฟฟ้า (Q) จะสัมพันธ์กับจำนวนอนุภาค (N) และประจุของแต่ละอนุภาค (e) ดังนี้

$$Q = Ne \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{ดังนั้น } \frac{Q}{W} = \frac{2}{v^2} \left(\frac{e}{m} \right) \quad \dots\dots\dots(3)$$

Q และ W เป็นค่าที่วัดได้ ส่วนความเร็วของอนุภาค (v) หาได้โดยการวัดการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดในสนามแม่เหล็ก ถ้าอนุภาคมีประจุ e มวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ในสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มของสนามเป็น H แรงที่กระทำต่ออนุภาค เนื่องจากสนามแม่เหล็กจะเป็น Hev แรงนี้จะเท่ากับมวลคูณด้วยความเร่ง หรือ $F = ma$ ตามกฎของนิวตัน ซึ่งในกรณีที่อนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงโค้ง รัศมี r แรงนี้จะเท่ากับ $\frac{mv^2}{r}$

$$\text{ดังนั้น } Hev = \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{หรือ } v = \frac{erH}{m}$$

แทนค่า v ในสมการที่ 3 จะได้

$$\frac{e}{m} = \frac{2W}{r^2 H^2 Q} \dots\dots\dots(5)$$

ค่าต่าง ๆ คือ W , H , Q และ r เป็นค่าที่วัดได้ทั้งสิ้น ดังนั้น ทอมสันจึงหาค่า $\frac{e}{m}$ ของอิเล็กตรอนได้

วิธีที่ 2 อาศัยการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า รังสีแคโทดจะผ่านช่องเล็กๆ เป็นลำแสงผ่านอาณาเขตที่มีสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ถ้าปรับสนามทั้งสองให้ต้านกันจนทางเดินของรังสีแคโทดเป็นเส้นตรงไม่มีการเบี่ยงเบน แสดงว่า แรงกระทำเนื่องจากสนามแม่เหล็กเท่ากับแรงกระทำเนื่องจากสนามไฟฟ้า

$$\text{นั่นคือ } Hev = eE$$

เมื่อ H และ E เป็นความเข้มของสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าตามลำดับ

$$\text{หรือ } v = \frac{E}{H} \dots\dots\dots(6)$$

ขั้นตอนไปวัดการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดเมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว (δ จากภาพประกอบ 1)

$$\text{จาก } \delta = \frac{1}{2}at^2 \dots\dots\dots(7)$$

เมื่อ a เป็นความเร่งซึ่งเท่ากับ Ee/m (จาก $F = ma = eE$) และ t เป็นเวลาที่อนุภาคอยู่ในสนามไฟฟ้าซึ่งเท่ากับ l/v (เมื่อ l เป็นความยาวของ plate) และเมื่อแทนค่า a และ t ในสมการ 7 จะได้

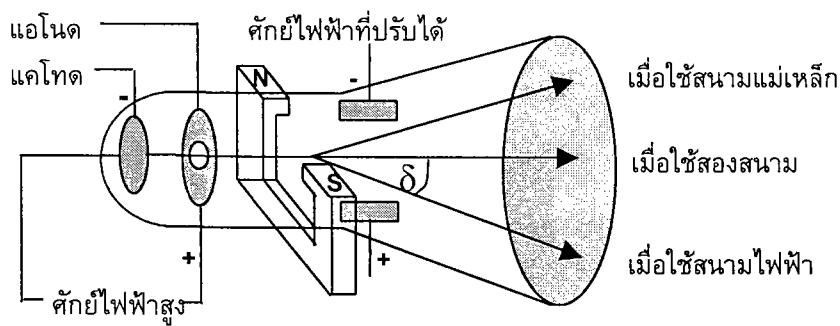
$$\delta = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{l}{v} \right)^2$$

แทนค่า v จะหาค่า e/m ได้เช่นกัน

$$\frac{e}{m} = \frac{2\delta}{l^2} \cdot \frac{E}{H^2} \dots\dots\dots(8)$$

จากการทดลองทั้งสองวิธี ปรากฏว่าได้ค่าประจุต่อมวล (e/m) ใกล้เคียงกัน คือ มีค่าประจุต่อมวล (e/m) เท่ากับ 1.76×10^8 คูลอมป์/กรัม หรือ 5.27×10^{17} esu/กรัม ซึ่งเป็นค่าคงที่และมีเพียงค่าเดียว ไม่ขึ้นกับชนิดของแก๊สที่บรรจุในหลอด และไม่ขึ้นกับชนิดของโลหะที่ใช้ทำขั้วไฟฟ้า ดังนั้น

ทอมสันจึงสรุปว่า “อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคมูลฐานสากลที่มีอยู่ในอะตอมของธาตุทุกชนิด”



ภาพประกอบ 1 แสดงการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า

ที่มา : ดัดแปลงจาก Olmsted and Williams. (1997). *Chemistry: the Molecular Science* p. 53.

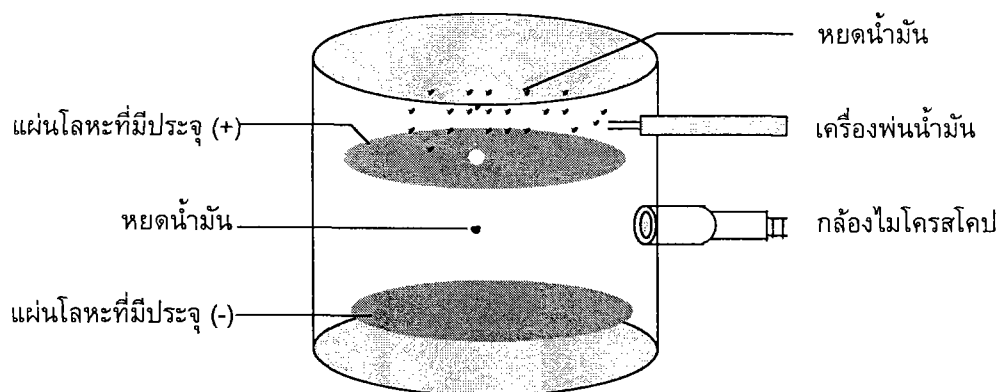
3) ประจุและมวลของอิเล็กตรอน

อาร์. เอ. มิลลิแกน (R. A. Millikan) ได้ทดลองหาค่าประจุของอิเล็กตรอน โดยการฟ่นละองหยดน้ำมันเข้าไประหว่างขั้วไฟฟ้าที่ปรับความต่างศักย์ได้ แล้วฉายรังสีเอกซ์เข้าไปเพื่อทำให้อากาศแตกตัวให้อิเล็กตรอน หยดน้ำมันก็จะจับอิเล็กตรอนไว้ทำให้มีประจุลบถ้ายังไม่ต่อขั้วไฟฟ้ากับเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า หยดน้ำมันจะตกลงมาด้วยแรงดึงดูดของโลก แต่เมื่อต่อขั้วไฟฟ้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หยดน้ำมันจะตกช้าลงหรือถูกดูดลอยขึ้นไปหาแผ่นประจุบวก และเมื่อปรับค่าความต่างศักย์ให้เหมาะสมจนหยดน้ำมันหยุดนิ่งไม่ตกหรือไม่ลอยเข้าหาแผ่นประจุบวก ในภาวะเช่นนี้ แสดงว่าแรงดึงดูดเนื่องจากขั้วไฟฟ้าที่กระทำต่อหยดน้ำมัน (Eq) เท่ากับแรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (Mg) และถ้าปิดสนามไฟฟ้าปล่อยให้หยดน้ำมันตกลงมาเองด้วยแรงดึงดูดของโลกแล้ววัดความเร็วในการตกจะคำนวณหาค่ามวลของหยดน้ำมันได้ และเมื่อทราบค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ทำให้หยดน้ำมันหยุดนิ่งจะทำให้วัดค่าประจุไฟฟ้าบนหยดน้ำมันได้ ผลจากการทดลองสามารถคำนวณหาค่าประจุบนหยดน้ำมันหรืออิเล็กตรอน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมป์ และเมื่อทราบค่าประจุไฟฟ้า สามารถคำนวณหามวลของอิเล็กตรอน ได้ดังนี้

$$\frac{e}{m} = 1.76 \times 10^8 \text{ คูลอมป์/กรัม}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ คูลอมป์}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ คูลอมป์}}{1.76 \times 10^8 \text{ คูลอมป์/กรัม}} \\ &= 9.1096 \times 10^{-28} \text{ กรัม} \end{aligned}$$



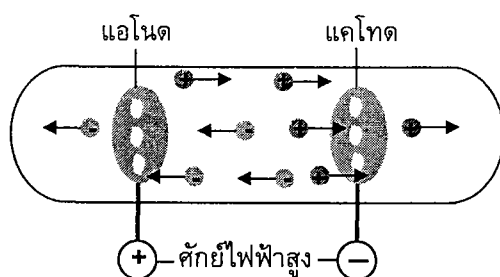
ภาพประกอบ 2 แสดงการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ralph A. Burns. (1995). *Fundamentals of Chemistry* p. 125.

4) การค้นพบโปรตอนและสมบัติของโปรตอน

ออยเกน โกลด์สไตน์ (Eugen Goldstein) ได้ดัดแปลงหลอดรังสีแคโทด โดยให้ขั้วแคโทดและแอโนดเลื่อนมาไว้เกือบตรงกลาง เจาะรูตรงกลางขั้วแคโทด จะเห็นรังสีด้านหลังขั้วแคโทด และเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กเข้าหาขั้วลบ ซึ่งตรงข้ามกับรังสีแคโทด รังสีที่พบนี้ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก และเรียกรังสีนี้ว่า รังสีบวก (Positive Ray) หรือรังสีแอโนดหรือรังสีแคแนล (Canal)

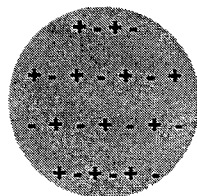
อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกเกิดจากอะตอมของแก๊สถูกชนด้วยอนุภาคอิเล็กตรอนที่พุ่งมายังแคโทด ทำให้อิเล็กตรอนของแก๊สหลุดออกไป เกิดอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกซึ่งเคลื่อนที่เข้าหาขั้วแคโทด และเมื่อเปลี่ยนชนิดของแก๊ส อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกจะมีค่าประจุต่อมวล (e/m) ไม่คงที่ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊ส เพราะว่าอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกเกิดจากอะตอมของแก๊สแต่ละชนิดสูญเสียอิเล็กตรอน เมื่อถูกชนด้วยอิเล็กตรอนที่พุ่งมาจากแคโทด อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกจึงมีมวลต่างกันไปตามชนิดของแก๊ส และเมื่อนำแก๊สไฮโดรเจนมาทดลอง จะได้อนุภาคบวกที่มีขนาดเท่ากับประจุของอิเล็กตรอน มีค่าประจุต่อมวล (e/m) สูงสุด หรือกล่าวได้ว่า มวลของอนุภาคบวกที่เกิดจากแก๊สไฮโดรเจนมีค่าต่ำสุด และเรียกอนุภาคบวกที่เกิดจากแก๊สไฮโดรเจนว่า “โปรตอน” (Proton) ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.67×10^{-24} กรัม



ภาพประกอบ 3 แสดงการเกิดรังสีบวก (แอโนด) ในหลอดรังสีแคโทด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Olmsted and Williams. (1997). *Chemistry: the Molecular Science* p. 53.

จากการทดลองพบว่า อะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอนและโปรตอน ทอมสันจึงได้เสนอแบบจำลองของอะตอมว่าเป็นทรงกลมซึ่งมีรัศมีประมาณ 10^{-8} เซนติเมตร ประกอบด้วยอิเล็กตรอนและโปรตอน กระจายอยู่ทั่วไปสม่ำเสมอตลอดทั้งทรงกลม มีประจุบวกเท่ากับประจุลบ



ภาพประกอบ 4 แสดงแบบจำลองอะตอมของทอมสัน

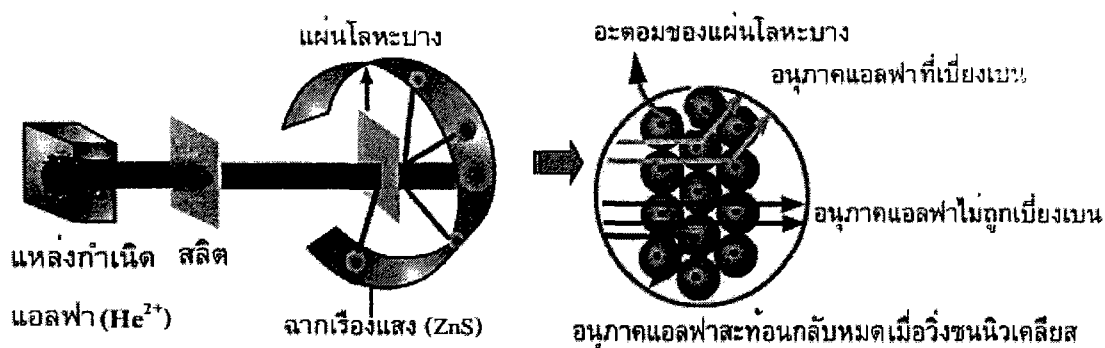
ที่มา : ดัดแปลงจาก Ralph A. Burns. (1995). *Fundamentals of Chemistry* p. 125.

แบบจำลองอะตอมของทอมสันยังไม่สามารถอธิบายข้อสงสัยบางอย่างได้ เช่น ประจุไฟฟ้าบวกอยู่กันได้อย่างไรในอะตอม สเปกตรัมที่แผ่ออกมาจากธาตุ จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อมาค้นคว้าและทดลองเพื่อหาคำตอบ และในปัจจุบันก็ได้ทราบว่าแบบจำลองอะตอมของทอมสันยังไม่ถูกต้อง

2.3 ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด

1) การทดลองกระเจิงรังสีแอลฟาของรัทเธอร์ฟอร์ด (Alpha Scattering Experiment)

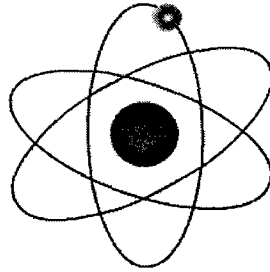
ในปี ค.ศ.1911 เออร์เนสต์ รัทเธอร์ฟอร์ด(Ernest Rutherford) ได้ทำการทดลองยิงรังสีแอลฟาซึ่งเปล่งออกมาจากสารกัมมันตรังสีไปบนแผ่นทองคำซึ่งบางมาก (หนาประมาณ 0.0004 มิลลิเมตร) ผลการทดลองพบว่า รังสีแอลฟากระจายออกไปทุกทิศ ทั้งทะลุผ่านแผ่นทองคำไปได้โดยมีการเบี่ยงเบนจากแนวเดิมเพียงเล็กน้อยหรือไม่เบี่ยงเบนเลย และมีส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่ทะลุผ่านทองคำแต่จะสะท้อนกลับหรือเบี่ยงเบนด้วยมุมที่ใหญ่กว่า 90°



ภาพประกอบ 5 แสดงการทดลองกระเจิงรังสีแอลฟาของรัทเธอร์ฟอร์ด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ralph A. Burns. (1995). *Fundamentals of Chemistry* p. 55.

จากการทดลอง รัทเธอร์ฟอร์ดได้เสนอโครงสร้างอะตอม โดยกล่าวว่า อะตอมมีลักษณะเป็นที่ว่างเปล่าเป็นส่วนใหญ่ มวลที่แสดงอำนาจประจุบวกซึ่งเป็นมวลเกือบทั้งหมดของอะตอมอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน มีความหนาแน่นสูงอยู่ใจกลาง เรียกว่า “นิวเคลียส”(Nucleus) ส่วนอิเล็กตรอนซึ่งเป็นอนุภาคประจุลบเคลื่อนที่อยู่รอบๆ ในระยะห่างออกมาจากเช่นเดียวกับดาวเคราะห์ที่อยู่รอบดวงอาทิตย์ แรงที่ยึดอิเล็กตรอนกับนิวเคลียสเข้าด้วยกัน คือ แรงไฟฟ้า(Coulomb Force) และเนื่องจากในสภาวะปกติ อะตอมมีสภาวะเป็นกลางทางไฟฟ้า ดังนั้น จำนวนประจุบวกและประจุลบจะต้องเท่ากันพอดี



ภาพประกอบ 6 แสดงแบบจำลองอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด

ที่มา : ตัดแปลงจาก ดำรงค์ คงสวัสดิ์. (2539). เคมีเบื้องต้น : 12.

การทดลองของรัทเธอร์ฟอร์ดมีผลคัดค้านกับทฤษฎีอะตอมของทอมสัน ทำให้ทฤษฎีอะตอมของทอมสันไม่ได้รับการยอมรับ จากนั้นรัทเธอร์ฟอร์ดจึงได้เสนอทฤษฎีอะตอมขึ้นใหม่ โดยมีเหตุผลดังนี้

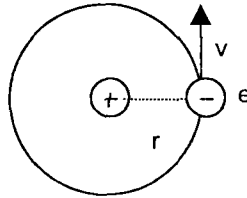
1. ถ้าอะตอมมีโครงสร้างแบบผลน้อยหนาหรือผลแดงโม ซึ่งมีอิเล็กตรอนเป็นเมล็ด จะคำนวณสนามไฟฟ้าที่บริเวณผิวของอะตอมได้ว่ามีค่าไม่สูงนัก เมื่อยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุ $+2e$ ตรงไปยังอะตอม สนามไฟฟ้าจะทำให้เกิดแรงผลักละเอียด ไม่อาจผลักอนุภาคแอลฟาซึ่งมีความเร็วประมาณ 10,000 km/sec ให้เบนไปมากได้จะไม่มีทางเกิดการสะท้อนกลับหมด (Backward Scattering) ได้เลย แต่การทดลองได้ผลตรงกันข้าม

2. สนามไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นมากมายถ้าประจุบวกและประจุลบแยกจากกัน เนื่องจากอิเล็กตรอนเป็นประจุมีมวลน้อยมาก ดังนั้น มวลส่วนใหญ่จึงอยู่กับส่วนที่เป็นประจุบวก เรียกว่า “นิวเคลียส” สนามไฟฟ้าที่ผิวของนิวเคลียสยังมีค่าสูงมาก ถ้านิวเคลียสมีขนาดเล็กมากจนกระทั่งเกือบเป็นจุดหรือมีลักษณะคล้าย “Point Charge” เมื่อรัทเธอร์ฟอร์ดนำผลการทดลองมาคำนวณแล้วพบว่า นิวเคลียสมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 10^{-14} เมตร ซึ่งในขณะนั้นทราบแล้วว่าอะตอมทั่วไปมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10^{-10} เมตร ดังนั้น อิเล็กตรอนจึงอยู่ห่างจากนิวเคลียสประมาณ 10^4 เท่ากับ 10,000 เท่าของรัศมีของนิวเคลียส แสดงว่า อะตอมประกอบด้วยความว่างเปล่าเป็นส่วนใหญ่ การที่ประจุบวกในนิวเคลียสอยู่รวมกันในบริเวณที่มีขนาดเล็กมากจนมีลักษณะเกือบเป็น Point Charge ทำให้สนามไฟฟ้าที่ผิวของนิวเคลียสมีค่าสูงมากจนสามารถผลักอนุภาคแอลฟาด้วยแรงมหาศาลให้เกิดการสะท้อนกลับไปได้ (Backward Scattering)

2) ความสำเร็จและความล้มเหลวของทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด

ความสำเร็จของทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด คือ ความสามารถในการคำนวณหารัศมีของวงโคจรของอิเล็กตรอนในอะตอมของไฮโดรเจนได้สำเร็จ โดยรัทเธอร์ฟอร์ดได้สร้างแบบจำลองอะตอมของไฮโดรเจนขึ้น โดยคิดเทียบกับโครงสร้างของอะตอมกับโครงสร้างของระบบสุริยจักรวาล ในระบบสุริยะนั้น

ดาวเคราะห์ที่เคลื่อนที่รอบศูนย์กลาง คือ ดวงอาทิตย์ เพราะอำนาจแรงแห่งความโน้มถ่วงทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลาง ในกรณีอะตอมแรงดึงดูดระหว่างประจุบวกของนิวเคลียสกับประจุลบของอิเล็กตรอน(แรงไฟฟ้า) ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางเช่นเดียวกัน ผลก็คือ อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงกลมไปรอบนิวเคลียส ห่างจากนิวเคลียสเป็นระยะ 0.528 อังสตรอม (angstrom)



ภาพประกอบ 7 แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นวงกลมรอบนิวเคลียส
ที่มา : เย็นใจ เลหาวิช. (2519). ฟิสิกส์ยุคใหม่ : 169.

การคำนวณหาค่ารัศมีของวงโคจรของอิเล็กตรอนในอะตอมของไฮโดรเจน

$$\text{แรงไฟฟ้า (Coulomb Force : } F) = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$k = \text{Colomb Force Constant} = 8.987 \times 10^9 \text{ nt.m}^2/\text{coul}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = +e \\ q_2 = -e \end{array} \right\} Z = 1$$

$$\text{ดังนั้น} \quad F = \frac{-ke^2}{r^2} \dots\dots\dots(2)$$

$$= \frac{ke^2}{r^2} \quad \text{ทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง}$$

แรงไฟฟ้า (F) ทำให้อิเล็กตรอนมีความเร่ง (a) เข้าสู่ศูนย์กลาง และมีทิศเดียวกับแรงต้นเหตุตามกฎของนิวตันข้อ 2 คือ

$$\begin{array}{lll} F & = & ma \\ \text{ดังนั้น} \quad ma & = & \frac{ke^2}{r^2} \quad ; m = \text{มวลของอิเล็กตรอน} \\ & & ; a = \frac{v^2}{r} \quad (\text{วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม}) \\ \frac{mv^2}{r} & = & \frac{ke^2}{r^2} \dots\dots\dots(3) \end{array}$$

$$\text{พลังงานจลน์ (K)} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{ke^2}{2r} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{พลังงานศักย์ (P)} = \frac{k(e)(-e)}{r} = \frac{-ke^2}{r} \dots\dots\dots(5)$$

(ค่า P เป็นลบ เพราะแรงระหว่างอิเล็กตรอนกับนิวเคลียส คือโปรตอน เป็นแรงดึงดูดซึ่งพยายามยึดอิเล็กตรอนไว้ในอะตอม และ P ก็คือ พลังงาน(E) ที่ใช้ในการยึดนี้ โดยมีได้คำนึงถึงพลังงานที่เป็นบวกเสมอ คือ K)

$$\begin{aligned} \text{พลังงานรวม (E)} &= \text{พลังงานจลน์ (K)} + \text{พลังงานศักย์ (P)} \\ E &= \frac{ke^2}{2r} - \frac{ke^2}{r} \\ E &= \frac{-ke^2}{2r} \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

การที่พลังงานทั้งหมด(E)ของอิเล็กตรอนเป็นลบ แสดงว่า อิเล็กตรอนถูกยึดไว้ในอะตอม เรียกว่า "bound electron" และพลังงานทั้งหมดของอิเล็กตรอน เรียกว่า "Binding Energy" ($E < 0$) ถ้าต้องการแยกอิเล็กตรอนออกจากโปรตอน ให้อิเล็กตรอนกลายเป็นอิสระจะต้องให้พลังงานแก่อิเล็กตรอนมีค่าไม่น้อยกว่า $-E$ ($-E < 0$) พลังงานนี้ เรียกว่า พลังงานไอออไนเซชัน(Ionization Energy) ซึ่งเป็นปริมาณพลังงานที่ใช้เปลี่ยนอะตอมให้กลายเป็นไอออนด้วยการดึงอิเล็กตรอนออกไปจากอะตอม และจากการทดลอง พบว่า พลังงานไอออไนเซชันของไฮโดรเจน มีค่า $13.58 \text{ ev.} = 2.2 \times 10^{-18} \text{ joule}$ จึงกล่าวได้ว่า Binding Energy ของอิเล็กตรอน = -13.58 ev. ดังนั้น รัศมีของวงโคจรของอิเล็กตรอนของไฮโดรเจน หาได้จาก

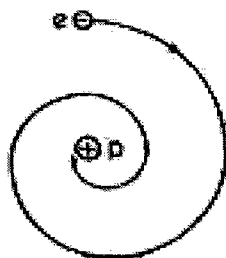
$$\begin{aligned} E &= \frac{-ke^2}{2r} \\ r &= 5.28 \times 10^{-11} \text{ เมตร} \\ &= 0.528 \text{ อังสตรอม (angstrom)} \end{aligned}$$

ความล้มเหลวของทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด จะเห็นได้จากการที่ไม่สามารถอธิบายปัญหาบางประการได้ เช่น

1. เหตุใดอนุภาคบวกจึงรวมกันอยู่ได้ในนิวเคลียสเล็กๆ ทั้งๆที่มีแรงผลักระหว่างกัน ซึ่งอาจตอบได้ว่า เพราะมีแรงดึงดูดระหว่างโปรตอนและนิวตรอน
2. เหตุใดอิเล็กตรอนที่เคลื่อนรอบๆนิวเคลียสจึงไม่ถูกดูดเข้าไปในนิวเคลียสทั้งๆที่มีแรงดึงดูดระหว่างประจุลบและประจุบวก ทั้งนี้เนื่องจาก อิเล็กตรอนเป็นประจุไฟฟ้า การที่ประจุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ เพราะมีความเร่งสู่ศูนย์กลาง การเคลื่อนที่แบบนี้ทำให้อิเล็กตรอนสูญเสียพลังงานไปเรื่อยๆตามทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ เมื่อประจุเสียอิเล็กตรอนไปในรูปของรังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงาน(E)ของประจุจะลดลง เนื่องจาก $E < 0$ ดังนั้น ค่าสัมบูรณ์ของ E ($|E|$) จะเพิ่มขึ้น และเนื่องจาก

$$r = \frac{-ke^2}{2E} = \frac{ke^2}{2|E|}$$

จะเห็นว่า รัศมี (r) ของวงโคจรจะลดลงจนในที่สุดประจุจะวิ่งเข้าชนนิวเคลียส



ภาพประกอบ 8 แสดงวงโคจรของอิเล็กตรอนที่แผ่รังสีเมื่อเคลื่อนที่ไปรอบโปรตอน
ของไฮโดรเจนอะตอมตามทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด

ที่มา : เย็นใจ เลหาวิช. (2519). ฟิสิกส์ยุคใหม่ : 172.

จะเห็นว่าตามทฤษฎีนี้อะตอมไม่สามารถดำรงสภาพเสถียรอยู่ได้ แต่เป็นสภาพที่ไม่เสถียรซึ่งจะเป็นจริงไปไม่ได้ เพราะอะตอม คือ หน่วยอิสระที่เล็กที่สุดที่มีสภาพเสถียร ดังนั้น ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ดจึงไม่ได้รับการยอมรับ

3) การค้นพบนิวตรอนและสมบัติของนิวตรอน

ในปี ค.ศ. 1932 เจมส์ แชดวิก (Jame Chadwick) ได้ค้นพบอนุภาคชนิดหนึ่งจากการระดมยิงนิวเคลียสของธาตุเบา เช่น เบิลเลียม(Be) หรือ โบรอน(B) ด้วยรังสีแอลฟา (นิวเคลียสของฮีเลียม (He) มีโปรตอน 2 อนุภาค และนิวตรอน 2 อนุภาค) พบว่า มีอนุภาคที่ไม่มีประจุเกิดขึ้น เรียกอนุภาคนี้ว่า "นิวตรอน" ซึ่งมีมวลใกล้เคียงกับโปรตอน คือ มีค่าเท่ากับ 1.6749×10^{-24} กรัม

สมการแสดงการเกิดอนุภาคนิวตรอนโดยการยิงธาตุเบิลเลียมหรือโบรอนด้วยรังสีแอลฟา



จากข้อมูลและหลักฐานการทดลอง อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยนิวเคลียสของอะตอมประกอบด้วย โปรตอนและนิวตรอน ซึ่งมีประจุเป็นบวก สมบัติของอนุภาคมูลฐานทั้ง 3 ชนิด สรุปได้ดังตาราง 2

ห.อ.อ.อ.
จ.อ.

ตาราง 2 แสดงสมบัติอนุภาคมูลฐานของอะตอม

อนุภาค	สัญลักษณ์	มวล (kg)	มวล (amu)	ประจุ (คูลอมป์)	ชนิดของประจุ
โปรตอน	p	1.6726×10^{-27}	1.00728	1.60×10^{-19}	+1
นิวตรอน	n	1.6749×10^{-27}	1.00866	0	0
อิเล็กตรอน	e ⁻	9.1096×10^{-31}	0.00055	1.602×10^{-19}	-1

2.4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์

ในการอธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอนในอะตอมได้จากการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับทฤษฎีของแสง ซึ่งโบร์ใช้ทฤษฎีดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการอธิบายโครงสร้างอะตอม มีรายละเอียด ดังนี้

1) สเปกตรัม (รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า)

รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เคลื่อนที่ในลักษณะของคลื่น ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ความยาวคลื่น (λ = แลมด้า) เป็นระยะทางจากยอดคลื่นหนึ่งถึงอีกยอดคลื่นหนึ่ง

มีหน่วยเป็น เมตร (m) หรือนาโนเมตร (nm)

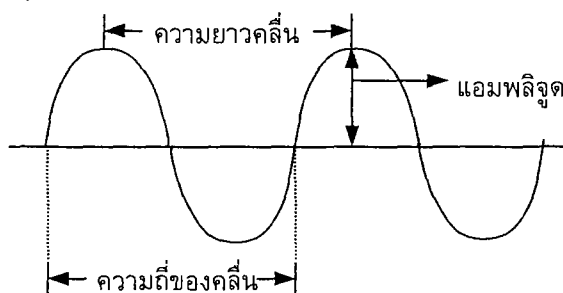
2. ความถี่ของคลื่น (ν = นิว) เป็นจำนวนคลื่นที่ผ่านจุดหนึ่งใน 1 วินาที มีหน่วยเป็น

รอบต่อวินาที (s^{-1}) หรือ เฮิร์ต (Hz)

3. แอมพลิจูด (amplitude) เป็นความสูงของยอดคลื่น

4. ความเร็วของคลื่น (c) เป็นระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ใน 1 วินาที มีค่า

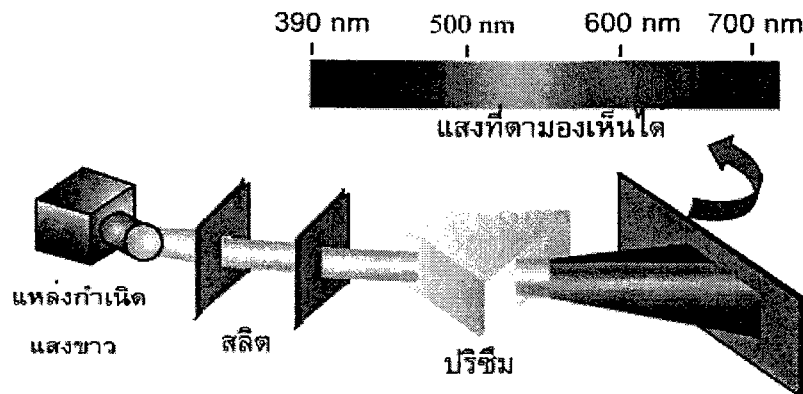
3×10^8 เมตรต่อวินาที (m/s)



ภาพประกอบ 9 แสดงส่วนประกอบของคลื่น

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ralph A. Burns. (1995). *Fundamentals of Chemistry* p. 129.

รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าจะเดินทางด้วยความเร็วเท่ากัน ต่างกันเฉพาะความยาวคลื่นและความถี่ของคลื่นเท่านั้น แถบความยาวคลื่นหรือความถี่ของคลื่นของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีลักษณะเรียงลำดับสูงต่ำต่อเนื่องกัน เรียกว่า “สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า” ซึ่งเป็นสเปกตรัมต่อเนื่อง ดังเช่น แสงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแสงขาว มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นสีของแสงจากดวงอาทิตย์ได้ ในแสงขาวจะมีคลื่นแสงที่ประสาทตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้ เรียกว่า “แสงที่มองเห็นได้” (visible light) มีความยาวคลื่นในช่วง 400 – 700 นาโนเมตร ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงสเปกตรัมของแสงขาว (รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า)

ที่มา : Olmsted and Williams. (1997). *Chemistry: the Molecular Science* p. 261.

ในปี ค.ศ.1900 มักซ์ พลังค์ (Max Plunck) ได้ศึกษาพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สรุปได้ว่า “พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของคลื่นนั้น” ดังสมการ

$$E = h\nu \quad \dots\dots\dots(1)$$

ตามทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า ถือว่าแสงเป็นคลื่นและเป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าโดยความเร็วของคลื่น ความถี่ของคลื่น และความยาวคลื่น มีความสัมพันธ์ ดังสมการ

$$c = \lambda\nu \quad \dots\dots\dots(2)$$

จากสมการที่ 1 และ 2 สรุปเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$E = h \frac{c}{\lambda} \quad \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ E คือ พลังงาน มีหน่วยเป็นจูล (J)

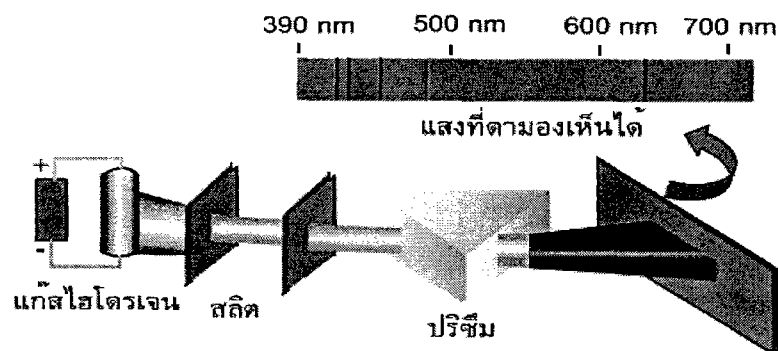
h คือ ค่าคงที่ของพลังค์ มีค่า 6.625×10^{-34} จูลวินาที (Js)

c คือ ความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ มีค่า 3×10^8 เมตรต่อวินาที(m/s)

จากสมการ (3) สรุปได้ว่า แสงสีใดมีความยาวคลื่นยาว พลังงานต่ำและแสงสีใดมีความยาวคลื่นสั้น พลังงานสูง

2) สเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน

เมื่อให้ความร้อนแก่อะตอมไฮโดรเจนมากพอจะเห็นการเปล่งแสง และเมื่อมีการวิเคราะห์แสงที่เปล่งออกมาโดยใช้ปริซึมหรือเกรตติง พบว่า สเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจนในช่วงแสงที่มองเห็น มีลักษณะ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงการเกิดสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน

ที่มา : Olmsted and Williams. (1997). *Chemistry: the Molecular Science* p. 262.

จากภาพ สเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจนมีสีไม่ครบเหมือนสเปกตรัมต่อเนื่อง จะเห็นเป็นเส้นๆ แยกกัน เรียกว่า “สเปกตรัมเส้น” (Line Spectrum) หรือสเปกตรัมเปล่งออก (Emission Spectrum) ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ประสาทตาของมนุษย์มองเห็นได้ และสเปกตรัมบางช่วงคลื่น ประสาทตาของมนุษย์ไม่สามารถมองเห็น แต่จะปรากฏเป็นแถบทึบสีดำ เรียกว่า สเปกตรัมดูดกลืน (Absorption Spectrum) โดยอะตอมแต่ละชนิดมีความยาวคลื่นของสเปกตรัมเปล่งออกเท่ากับมีความยาวคลื่นของสเปกตรัมดูดกลืนเสมอ แต่ลักษณะการเกิดสเปกตรัมต่างกัน คือ สเปกตรัมเปล่งออกเกิดจากการกระตุ้นอะตอมโดยตรงด้วยพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้า แล้วอะตอมเปล่งแสงออกมาได้สเปกตรัมเป็นเส้นสีต่างๆ ส่วนสเปกตรัมดูดกลืนเกิดจากการที่อะตอมดูดกลืนพลังงานที่ให้เข้าไปพอดีกับที่ควรที่จะเกิดสเปกตรัมเปล่งออก ให้สเปกตรัมเป็นเส้นทึบสีดำ

ในปี ค.ศ.1885 เจ.เจ. บาล์มเมอร์ (J.J. Balmer) สามารถคำนวณหาความยาวคลื่นของสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน (อนุกรมบาล์มเมอร์) และในที่สุด เจ.อาร์. ริดเบิร์ก (J.R. Rydberg) ได้เสนอสมการในการหาความยาวคลื่นที่ใช้ได้กับสเปกตรัมทุกชุด ดังนี้

$$\frac{1}{\lambda} = R \left\{ \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right\} \text{ cm}^{-1}$$

เมื่อ λ คือ ความยาวคลื่น มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

R คือ ค่าคงที่ของริดเบิร์ก มีค่าเท่ากับ 1.09678×10^5

n_1, n_2 คือ เลขจำนวนเต็มแสดงระดับพลังงานในสถานะพื้นและสถานะกระตุ้น

$n_1 < n_2$ เสมอ

จากสมการ เส้นสเปกตรัมเกิดจากอิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากระดับพลังงานที่สูง (n_2) ลงมาสู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่า (n_1) และปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโฟตอนออกมาครั้งละ 1 โฟตอน เส้นสเปกตรัมอาจแบ่งเป็นกลุ่มหรืออนุกรมขึ้นอยู่กับระดับพลังงานต่ำสุดสุดท้าย ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงอนุกรมต่างๆ ในสเปกตรัมอะตอมของไฮโดรเจน

ชื่ออนุกรม	ระดับพลังงาน		ความยาวคลื่น (อังสตรอม)	ช่วงสเปกตรัม
	ต่ำ (n_1)	สูง (n_2)		
ไลแมน (Lyman)	1	2	1216	อัลตราไวโอเล็ต
	1	3	1026	
	1	4	970	
	1	5	949	
	1	6	940	
	1	∞	912	
บาล์มเมอร์ (Balmer)	2	3	6563	ช่วงที่ตามองเห็น
	2	4	4861	
	2	5	4341	
	2	6	4102	
	2	7	3970	
	2	∞	3650	
พาสเชน (Paschen)	3	4	18751	อินฟราเรด
	3	5	12818	
	3	6	10938	
	3	7	10050	
	3	8	9546	
	3	∞	8220	
แบรคเกตต์ (Brackett)	4	5, 6, ... ∞		อินฟราเรด
พุนด์ (Pfund)	5	6, 7, ... ∞		อินฟราเรด

3) ทฤษฎีของโบร์เกี่ยวกับอะตอมไฮโดรเจน

ในปี ค.ศ.1913 นีลส์ โบร์ (Niels Bohr) ได้นำความรู้จากทฤษฎีของพลังค์ที่เกี่ยวกับการแผ่รังสีจากวัตถุดำและทฤษฎีโฟตอนของไอน์สไตน์มาใช้กับทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด เพื่อแก้ปัญหาการแผ่รังสีของอิเล็กตรอนในวงโคจร โบร์จึงได้เสนอทฤษฎีอะตอมขึ้น ดังนี้

อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีประจุลบ(-e) และมีมวล(m) ดังนั้น เมื่อเคลื่อนที่ไปรอบจุดศูนย์กลางคือ โปรตอนจะมีโมเมนตัมเชิงมุม (Angular Momentum : L)

$$L = mvr \quad ; \quad v \text{ คือ อัตราเร็วของอิเล็กตรอนในวงโคจรรadius } r$$

โบร์สังเกตจากทฤษฎีของพลังค์และไอน์สไตน์ว่า พลังงานจะมีลักษณะเป็น “ควันตัม” (Energy is Quantized) และแต่ละหน่วยมีค่าเป็นปฏิภาคกับค่าคงที่ h คือ

$$E \propto h$$

$$E = hf \quad ; \quad h \text{ คือ ค่าคงที่ของพลังค์ มีค่าเท่ากับ } 6.625 \times 10^{-34} \text{ js}$$

f คือ ความถี่ของรังสีที่เปล่งออกมา

ดังนั้น โบร์จึงเสนอว่า ในกรณีของอะตอมไฮโดรเจนที่มีลักษณะเป็น “ควันตัม” (Quantized Angular Momentum) ด้วย จากนั้นโบร์จึงสมมติฐานว่า

$$L = mv_n r_n = \frac{nh}{2\pi} \quad \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ n คือ เลขจำนวนเต็ม ($n = 1, 2, 3, \dots$) เรียกว่า เลขควอนตัม (Quantum Number) ซึ่งจะบ่งบอกถึงสมบัติและพลังงานของอิเล็กตรอนในวงโคจรหนึ่ง ๆ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในลักษณะนี้จะไม่มีการสูญเสียพลังงาน

หาค่า v_n หรือ $mv_n r_n$ ได้จากสมการ ดังนี้

$$\frac{mv_n r_n}{r_n} = \frac{ke^2}{r_n^2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$(mv_n r_n)^2 = kme^2 r_n \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$(1)^2/(2) ; \quad r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi kme^2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

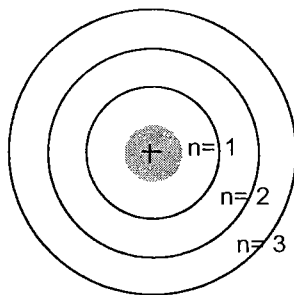
$$\text{First Bohr orbit ;} \quad r_1 = \frac{h^2}{4\pi kme^2} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } h, k, m, e ; \quad r_1 &= 0.528 \times 10^{-10} \text{ m} \\ &= 0.528 \text{ อังสตรอม (angstrom)} \end{aligned}$$

r_1 เป็นรัศมีของวงโคจรวางในสุด และเป็นวงที่เสถียรมากที่สุด ดังนั้น การหารัศมีของอิเล็กตรอนในวงโคจรที่มีเลขควอนตัม n ($n = 2, 3, 4, \dots$) เป็นดังนี้

$$r_n = n^2 r_1 \quad \text{เมื่อ } r_1 \text{ เป็นค่าคงที่ เรียกว่า รัศมีของโบร์}$$

ดังนั้น โบร์จึงได้เสนอแบบจำลองอะตอม โดยกล่าวว่า อะตอมในสภาวะปกติจะมีอิเล็กตรอนอยู่ในวงโคจรในสุด ($n = 1$) เพราะเป็นวงที่เสถียรที่สุดและมีพลังงานต่ำสุด เรียกว่า อะตอมอยู่ในสถานะพื้น (Ground State) ส่วนวงโคจรถัดไป ($n = 2, 3, 4, \dots$) จะมีพลังงานสูงขึ้นและมีความเสถียรน้อยกว่าวงแรก เรียกว่า อะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น (Excited State)



ภาพประกอบ 12 แสดงแบบจำลองอะตอมของไฮโดรเจนตามทฤษฎีของโบร์

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ralph A. Burns. (1995). *Fundamentals of Chemistry* p. 137.

4) ระดับพลังงานในไฮโดรเจนอะตอม

ระดับพลังงาน หมายถึง พลังงานทั้งหมดของอิเล็กตรอนในวงโคจรที่อนุญาตให้อยู่ได้เท่านั้น พลังงานทั้งหมด(E)ประกอบด้วยพลังงานจลน์(K) และพลังงานศักย์(P) เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับนิวเคลียส และจากสมมติฐานของโบร์ที่ให้อิเล็กตรอนอยู่ในวงโคจรที่เป็นวงกลม เมื่อคิดความเร็วของอิเล็กตรอนรวมทั้งโมเมนตัมเชิงมุม แรงดึงดูดเข้าสู่ศูนย์กลาง และรัศมีของวงโคจร สามารถหาพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ในวงโคจรต่างๆของอะตอมไฮโดรเจนได้ ดังสมการ

$$E_n = - \left\{ \frac{2\pi^2 m k^2 e^4}{h^2} \right\} \frac{1}{n^2}$$

เมื่อ E_n คือ พลังงานที่ระดับวงโคจร n

m_e คือ มวลของอิเล็กตรอน มีค่าเท่ากับ 9.11×10^{-28} กรัม

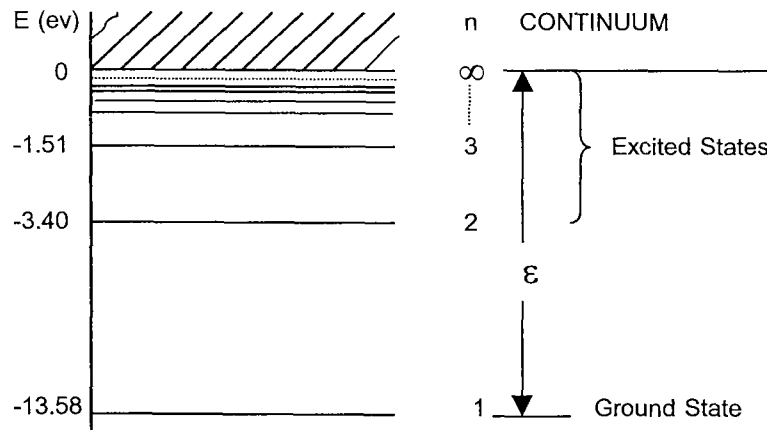
Z คือ เลขเชิงอะตอมของไฮโดรเจน มีค่าเท่ากับ 1

e คือ ประจุของอิเล็กตรอน มีค่าเท่ากับ 4.8×10^{-10} esu

h คือ ค่าคงที่ของพลังค์ มีค่าเท่ากับ 6.6262×10^{-27} เอิร์ก-วินาที

n คือ 1, 2, 3, ...

จากสมการ พบว่า พลังงานรวมมีค่าน้อยกว่าศูนย์ แสดงว่าอิเล็กตรอนถูกยึดไว้ในอะตอม ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด ต่างกันที่พลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอมของโบร์ มีได้หลายค่า (ขึ้นอยู่กับวงโคจร คือ ค่า n) ดังนั้น เมื่อแทนค่าต่างๆในสมการและ $n = 1$ แล้วจะได้ค่าพลังงานเท่ากับ -13.58 อิเล็กตรอนโวลต์ ซึ่งเป็นค่าพลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy) ของอะตอมไฮโดรเจนเมื่ออยู่ในสถานะพื้น และเมื่อ $n = 2, 3, 4, \dots$ ซึ่งอยู่ในสถานะกระตุ้น ค่าพลังงานไอออไนเซชันของอะตอมไฮโดรเจนมีค่ามากขึ้น



ภาพประกอบ 13 แสดงระดับพลังงานของไฮโดรเจนอะตอม

ที่มา : เย็นใจ เลหาวิช. (2519). ฟิสิกส์ยุคใหม่ : 181.

5) ความสำเร็จและความล้มเหลวของทฤษฎีอะตอมของโบร์

ความสำเร็จของทฤษฎีอะตอมของโบร์ สรุปได้ดังนี้

1. อธิบายได้ว่าเหตุใดอะตอมจึงเสถียร ซึ่งเป็นปัญหาที่รัทเธอร์ฟอร์ดแก้ไม่ได้
2. อธิบายการเกิดสเปกตรัมเปล่งออก และสเปกตรัมดูดกลืนในอะตอมของไฮโดรเจนได้

ใกล้เคียงกับผลการทดลอง

3. ทำนายค่าพลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy) ของอะตอมที่มี 1 อิเล็กตรอนได้

ถูกต้อง

ความล้มเหลวของทฤษฎีอะตอมของโบร์ สรุปได้ดังนี้

1. ไม่สามารถใช้ทฤษฎีนี้คำนวณความเข้มของเส้นสเปกตรัมได้ ทั้งๆที่ทดลองได้ว่าเส้นสเปกตรัมเหล่านี้มีความเข้มไม่เท่ากัน
2. ไม่สามารถอธิบายการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมที่มีหลายอิเล็กตรอนได้
3. ไม่สามารถอธิบายการรวมตัวระหว่างอะตอมเกิดเป็นโมเลกุล เป็นของเหลว ของแข็งได้
4. ถ้านำเส้นสเปกตรัมที่ทฤษฎีของโบร์อธิบายได้ มาขยายด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์กำลังขยายสูงมาก จะพบว่า แต่ละเส้นสเปกตรัมประกอบด้วย "เส้นย่อย" อีกหลายเส้นอยู่ใกล้กันมาก ซึ่งทฤษฎีของโบร์อธิบายไม่ได้ว่าเป็นเพราะเหตุใด "เส้นย่อย" เหล่านี้ เรียกว่า "Multiplets"

2.5 ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น

ชเรอดิงเงอร์ (Schrodinger) อาศัยผลงานของเดอบรอยล์และไฮเซนเบิร์ก ตั้งหลักการทางกลศาสตร์คลื่นและสร้างสมการคลื่น(wave equation)เพื่อนำมาใช้อธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอน ดังสมการ

$$\left(\frac{h^2}{8\pi^2 m} \right) \frac{d^2 \psi}{dx^2} + (E - V) \psi = 0 \quad \text{สมการชเรอดิงเงอร์}$$

- Ψ เป็นฟังก์ชันคลื่นของอิเล็กตรอน
 m เป็นมวลของอิเล็กตรอน
 E เป็นพลังงานทั้งหมดของอิเล็กตรอน
 V เป็นพลังงานศักย์ของอิเล็กตรอนที่ตำแหน่ง X

Ψ เป็นปริมาณที่สำคัญในกลศาสตร์คลื่นที่หาได้จากสมการ ซึ่งอาจมีได้หลายค่า เช่น สมการทางตรีโกณมิติที่ว่า $\sin \alpha = 0$, α อาจมีค่าเป็น $0, \pi, 2\pi, 3\pi, \dots$ หรือเขียนทั่วๆไปว่า $\alpha = n\pi$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$ แต่ละค่าที่เป็นไปได้ของ Ψ จะตรงกับพลังงานค่าหนึ่งที่ขึ้นกับเลขลงตัวที่เรียกว่า “เลขควอนตัม” ซึ่งเป็นตัวเลขที่จะบรรยายสถานะของอิเล็กตรอนในอะตอม ดังนี้

1) เลขควอนตัม (Quantum Number)

เลขควอนตัมเป็นตัวเลขบอกถึงสมบัติทั่วไปและระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ซึ่งแบ่งได้

4 ชนิด ดังนี้

1.1 เลขควอนตัมหลัก (Principle Quantum Number, n) เป็นตัวเลขที่กำหนดระดับพลังงานหลักหรือวง (Shell) ของอิเล็กตรอน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ $1, 2, 3, \dots$ หรือ $K, M, N, L, \dots$ ซึ่งระดับพลังงาน $n = 1$ จะอยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดและพลังงานต่ำสุด จำนวนอิเล็กตรอนที่จะมีได้มากที่สุดในระดับพลังงานหนึ่งมีค่าเท่ากับ $2n^2$ ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่างๆ

เลขควอนตัมหลัก (n)	อักษรที่ใช้ระบุ ระดับพลังงาน	จำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละ ระดับพลังงาน ($2n^2$)
1	K	$2(1)^2 = 2$
2	L	$2(2)^2 = 8$
3	M	$2(3)^2 = 18$
4	N	$2(4)^2 = 32$

1.2 เลขควอนตัมโมเมนตัมเชิงมุม (Angular Momentum Quantum Number, l)

เป็นตัวเลขที่บอกรูปร่างออร์บิทัลและระดับพลังงานย่อย ค่า l มีค่าเป็น $0, 1, 2, 3, \dots, (n-1)$ ดังนี้

- ถ้า $n = 1, l = 0$ ตรงกับระดับพลังงานย่อย s มี 1 ออร์บิทัล มีอิเล็กตรอนอยู่ได้ไม่เกิน 2 ตัว
 $n = 2, l = 1$ ตรงกับระดับพลังงานย่อย p มี 3 ออร์บิทัล มีอิเล็กตรอนอยู่ได้ไม่เกิน 6 ตัว
 $n = 3, l = 2$ ตรงกับระดับพลังงานย่อย d มี 5 ออร์บิทัล มีอิเล็กตรอนอยู่ได้ไม่เกิน 10 ตัว
 $n = 4, l = 3$ ตรงกับระดับพลังงานย่อย f มี 7 ออร์บิทัล มีอิเล็กตรอนอยู่ได้ไม่เกิน 14 ตัว

1.3 เลขควอนตัมแม่เหล็ก (Magnetic Quantum Number, m) มีความสัมพันธ์กับ

การจัดทิศทางของออร์บิทัลเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก m มีค่าจาก 0 ถึง $\pm l$ หรือมีจำนวน $2l + 1$ ค่า เช่น

$l = 0$ (s) m มีได้เพียง 1 ค่า คือ 0

$l = 1$ (p) m มีได้ $(2 \times 1) + 1 = 3$ ค่า คือ $-1, 0, +1$

$l = 2$ (d) m มีได้ $(2 \times 2) + 1 = 5$ ค่า คือ $-2, -1, 0, +1, +2$

$l = 3$ (f) m มีได้ $(2 \times 3) + 1 = 7$ ค่า คือ $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$

1.4 เลขควอนตัมสปิน (Spin Quantum Number , s) เป็นเลขแสดงถึงการหมุนรอบตัวของอิเล็กตรอน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ค่า s มี 2 ค่า คือ $+1/2$ และ $-1/2$

2) การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมในระดับพลังงานหลัก เป็นการแสดงให้เห็นถึงจำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ตามระดับพลังงานหลักต่างๆ ของอะตอมนั้น หลักทั่วไปในการเขียนแสดงการจัดอิเล็กตรอนในอะตอม มีดังนี้

1. ต้องทราบว่าธาตุหรืออะตอมของธาตุนั้นๆ มีอิเล็กตรอนทั้งหมดเท่าใด โดยดูจากเลขอะตอม
2. อิเล็กตรอนจะอยู่ในระดับพลังงานต่ำสุด ($n = 1$) จนครบก่อน แล้วจะไปอยู่ในระดับพลังงานถัดไป ($n = 2, n = 3, \dots$) ตามที่จะอยู่ได้ในระดับพลังงานนั้นๆ
3. ระดับพลังงานนอกสุดจะมีอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 8 อิเล็กตรอนถึงแม้ว่าในระดับพลังงานนั้นๆ จะมีอิเล็กตรอนได้เกิน 8 อิเล็กตรอนก็ตาม และอิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด เรียกว่า "เวเลนซ์อิเล็กตรอน"

ตาราง 5 สรุปหลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักของธาตุที่มีเลขอะตอมต่างๆ

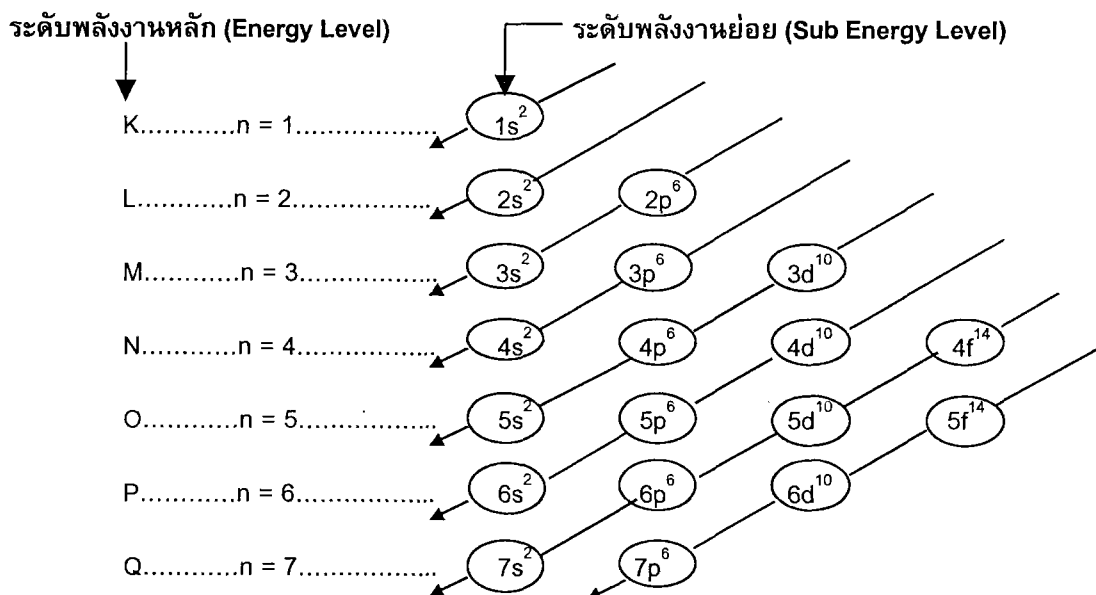
รูปแบบ	เลขอะตอมของธาตุ	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	
A	1 – 10	2, 8	$n = 1$ มีอิเล็กตรอนไม่เกิน 2 $n = 2$ มีอิเล็กตรอนไม่เกิน 8
B	11 – 20	2, 8, 8	$n = 3$ มีอิเล็กตรอนไม่เกิน 8 $n = 4$ อิเล็กตรอนที่เหลือ
C	21 – 30	2, 8,  , 2 เติมให้ครบ 9 – 18	ยกเว้นเลขอะตอม 24 และ 29 อิเล็กตรอนชั้นนอก = 1
D	31 – 38	2, 8, 18	$n = 3$ มีอิเล็กตรอนเป็น 18 เสมอ $n = 4$ มีอิเล็กตรอนไม่เกิน 8
E	49 – 56	2, 8, 18, 18.....	$n = 3, 4$ มีอิเล็กตรอนเป็น 18 $n = 5$ มีอิเล็กตรอนไม่เกิน 8
F	81 – 88	2, 8, 18, 32, 18.....	$n = 4$ มีอิเล็กตรอนเป็น 32 $n = 5$ มีอิเล็กตรอนเป็น 18 $n = 6$ มีอิเล็กตรอนไม่เกิน 8

- ตัวอย่าง
1. ธาตุไอโอดีน มีเลขอะตอม 53 ($_{53}\text{I}$) การจัดเรียงอิเล็กตรอนตามรูปแบบ E ดังนี้
 $_{53}\text{I} = 2, 8, 18, 18, 7$
 2. ธาตุแบเรียม มีเลขอะตอม 56 ($_{56}\text{Ba}$) การจัดเรียงอิเล็กตรอนตามรูปแบบ E ดังนี้
 $_{56}\text{Ba} = 2, 8, 18, 18, 8, 2$
 3. ธาตุตะกั่ว มีเลขอะตอม 82 ($_{82}\text{Pb}$) การจัดเรียงอิเล็กตรอนตามรูปแบบ F ดังนี้
 $_{82}\text{Pb} = 2, 8, 18, 32, 18, 4$

3) การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย (Electronic Configuration)

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย ต้องจัดให้อะตอมอยู่ในสภาวะเสถียรมากที่สุด ซึ่งหมายถึงต้องให้อะตอมอยู่ในสภาวะที่พลังงานต่ำสุด ดังนั้น ในการจัดเรียงอิเล็กตรอนใช้หลักอาฟบาว (Aufbau Principle) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

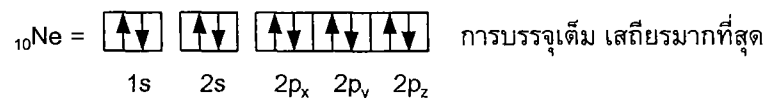
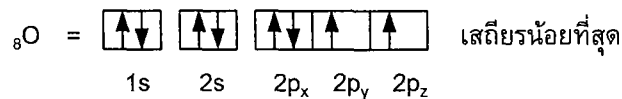
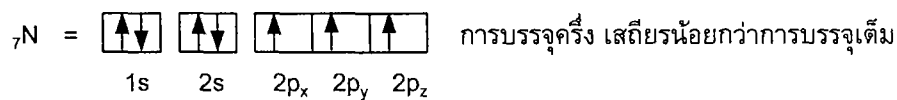
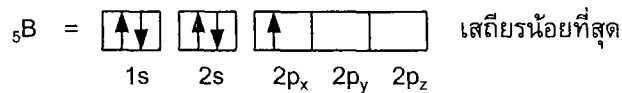
1. หลักของเพาลี (Pauli's Exclusion Principle) กล่าวว่า การบรรจุอิเล็กตรอนในแต่ละออร์บิทัลจะมีอิเล็กตรอนได้เพียง 2 ตัวเท่านั้น ซึ่งมีการหมุน (spin) ต่างกัน และในการบรรจุอิเล็กตรอนในออร์บิทัลต้องบรรจุในระดับพลังงานต่ำสุดก่อนจนครบจำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมดในอะตอมนั้น ซึ่งจะทำให้อะตอมอยู่ในสภาวะเสถียรที่สุดเพราะพลังงานรวมทั้งหมดของอะตอมมีค่าต่ำสุด (เรียงลำดับออร์บิทัลตามลูกศร) ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 แสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ralph A. Burns. (1995). *Fundamentals of Chemistry* p. 151.

2. กฎของฮุนด์ (Hund's rule) กล่าวว่า ต้องบรรจุอิเล็กตรอนทีละอิเล็กตรอนในทุกๆ ออร์บิทัลในระดับพลังงานเดียวกันแล้วบรรจุอิเล็กตรอนตัวที่สองต่อไป และอิเล็กตรอนทั้งสองนี้จะต้องมีการหมุน (spin) ตรงกันข้าม เช่น อิเล็กตรอนเข้าไปในออร์บิทัล 1s จนเต็ม แล้วจึงเข้าไปในออร์บิทัล 2s ซึ่งอิเล็กตรอนจะเข้าไปจนเต็มออร์บิทัล 2s เช่นกัน แต่ถ้าเป็นออร์บิทัลที่มีระดับพลังงานเท่ากัน เช่น $2p_x$, $2p_y$ และ $2p_z$ อิเล็กตรอนจะเข้าไปในแต่ละออร์บิทัลที่มีระดับพลังงานเท่ากันออร์บิทัลละ 1 ตัวจนครบทุกออร์บิทัล แล้วอิเล็กตรอนตัวถัดไปจึงจะเข้าไปในแต่ละออร์บิทัลจนเต็ม ดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 แสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยของธาตุบางชนิด
ที่มา : ดัดแปลงจาก สสวท. (2546). สารการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ : 2546.

การเขียน Electronic Configuration ของอะตอม

การเขียน Electronic Configuration คือ การบรรจุอิเล็กตรอนของอะตอมในออร์บิทัลต่างๆ ตามระดับพลังงาน โดยยึดหลักดังนี้

1. ระดับพลังงานหลัก (n) น้อยมีพลังงานต่ำกว่า n มาก
2. การเขียนให้เรียงลำดับจากพลังงานต่ำไปหาพลังงานสูง
3. ระดับพลังงานของออร์บิทัลที่ว่าง เป็นดังนี้

เมื่อ $n = 1$ หรือ 2 : $ns < np$ และ

$n = 3$ ขึ้นไป : $(n-2)f < (n-1)d < ns < np$

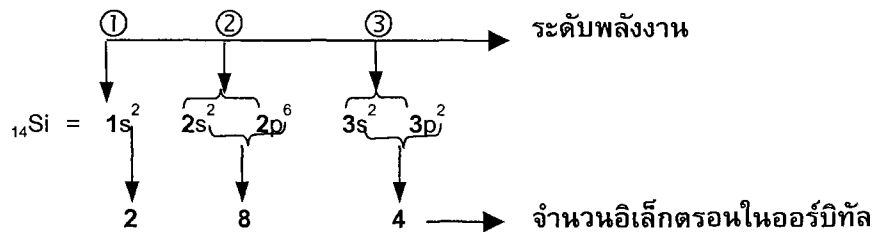
แต่เมื่อออร์บิทัลบรรจุอิเล็กตรอนแล้ว ระดับพลังงานจะเรียงจาก n น้อยไป n มาก และที่ n เท่ากัน ซึ่งระดับพลังงานของ $s < p < d < f$

4. เนื่องจากที่ n มาก ระดับพลังงานของแต่ละออร์บิทัลอาจจะมีการเกยกัน สลับที่กัน ทำให้บางอะตอมเกิดการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนให้อยู่ในระดับพลังงานน้อยที่สุดที่เต็มครึ่ง (Half Filled orbital) หรือ เต็มพอดี (Filled Orbital) ที่เสถียรขึ้น

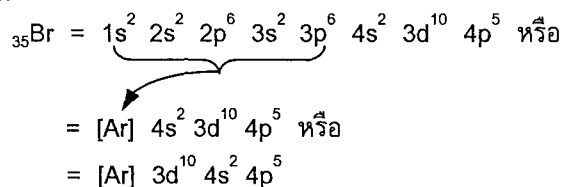
5. การเขียน Electronic Configuration จะใช้สัญลักษณ์ n ตามด้วยชนิดของออร์บิทัลยกกำลังจำนวนอิเล็กตรอนในออร์บิทัลชนิดนั้นๆ และเขียนเรียงจากพลังงานน้อยไปหาพลังงานมาก

6. ในส่วนที่เป็น Electronic Configuration ของแก๊สเฉื่อย (Inert Gas) จะนิยมเขียนแทนโดยใช้สัญลักษณ์ของแก๊สเฉื่อยนั้น ในเครื่องหมาย [...]

ตัวอย่าง 1. ${}_{14}\text{Si}$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนในออร์บิทัล ดังนี้



2. ${}_{35}\text{Br}$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนในออร์บิทัล ดังนี้

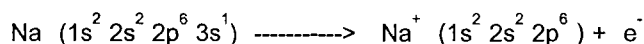


2.6 คุณสมบัติของสาร

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานของธาตุโดยใช้ผลจากการแก๊สการเคลื่อน และใช้ผลเดียวกันนี้ในการคาดคะเนถึงโครงสร้างการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ ดังนั้น โครงสร้างการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุที่เขียนขึ้นจึงเปรียบเสมือนเป็นโครงสร้างทางทฤษฎีซึ่งอธิบายได้ด้วยตารางธาตุ ซึ่งการจัดธาตุเป็นหมวดหมู่เข้าในตารางธาตุอาศัยสมบัติคล้ายคลึงทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยพบว่า ธาตุในแต่ละหมู่จะมีโครงสร้างการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานชั้นนอกสุดเหมือนกัน สมบัติทางกายภาพและทางเคมีเหมือนกัน และธาตุในแต่ละคาบมีโครงสร้างการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดไม่เท่ากัน โดยธาตุที่อยู่ต่างคาบกันอยู่ในระดับพลังงานต่างกัน สมบัติทางกายภาพและทางเคมีจะต่างกัน ซึ่งสมบัติของธาตุซึ่งขึ้นกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม มีดังนี้

1) โลหะและอโลหะ (Metal and Non-Metal)

โลหะ คือ ธาตุซึ่งมีอิเล็กตรอนอยู่น้อยใน s-ออร์บิทัล และ p-ออร์บิทัล ในระดับพลังงานสูงสุด จึงมีแนวโน้มที่จะเสียอิเล็กตรอนระดับสูงสุดออกไป เพื่อให้มีโครงแบบอิเล็กตรอนเต็มเหมือนแก๊สเฉื่อย แล้วกลายเป็นไอออนบวก เช่น



อโลหะ คือ ธาตุซึ่งมีโครงแบบอิเล็กตรอนในระดับพลังงานสูงสุดยังไม่ครบ $s^2 p^6$ เหมือนแก๊สเฉื่อย อาจเป็น $s^2 p^5$, $s^2 p^4$, $s^2 p^3$ หรือ $s^2 p^2$ อโลหะจึงมีแนวโน้มที่จะรับอิเล็กตรอนจากภายนอกมาเติมให้ครบแล้วกลายเป็นไอออนลบ เช่น



ตามตารางธาตุจะพบว่า โลหะอยู่ทางด้านซ้ายมีรวมธาตุทรานซิชันด้วย ส่วนอโลหะอยู่ทางด้านขวามือ ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากซ้ายไปขวาของทุกๆคาบ จึงมีแนวโน้มของการเปลี่ยนสมบัติจากโลหะไปเป็นอโลหะ หรือพิจารณาจากบนลงล่างของทุกๆหมู่ จะมีความเป็นโลหะมากขึ้น

2) ขนาดอะตอม (Atomic Size)

เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-5 อังสตรอม และมีขนาดไม่แน่นอน ทั้งนี้เพราะว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบๆนิวเคลียสอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้น อิเล็กตรอนยังมีการกระจายตัวรอบๆนิวเคลียสอย่างไม่มีความแน่นอน ดังนั้นในการบอกขนาดของอะตอมธาตุต่างๆในตารางธาตุจึงใช้รัศมีอะตอมเป็นตัวอ้างอิง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

คาบเดียวกัน ขนาดอะตอมจะเล็กลง ถ้าเลขอะตอม(Atomic Number) เพิ่มขึ้น(ซ้ายไปขวา) เพราะธาตุแต่ละตัวอยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน(เลขควอนตัมหลักเดียวกัน)จะมีประจุบวกที่นิวเคลียสมากขึ้น อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม ซึ่งจะเพิ่มใน S-ออร์บิทัล หรือ P-ออร์บิทัล ทั้ง S-ออร์บิทัล และ P-ออร์บิทัล อยู่ห่างจากนิวเคลียสพอๆกัน อิเล็กตรอนไม่อาจบังกันและกันได้จากนิวเคลียสที่มีประจุเพิ่มขึ้น จึงถูกดูดเข้ามาใกล้นิวเคลียส ทำให้รัศมีอะตอมลดลง ขนาดอะตอมจึงเล็กลง เช่น ในคาบที่ 4 ขนาดอะตอมของ $As > Se > Br$ ยกเว้นธาตุในหมู่ VIIIA เนื่องจากมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดครบ 8 จึงไม่มีที่ว่างเหลือ ทำให้โปรตอนไม่สามารถดึงดูดอิเล็กตรอนเข้าไปใกล้ขีดได้ ขนาดอะตอมจึงใหญ่ขึ้น

หมู่เดียวกัน ขนาดอะตอมจะใหญ่ขึ้น ถ้าเลขอะตอมเพิ่มขึ้น(บนลงล่าง) เพราะอิเล็กตรอนที่อยู่ในออร์บิทัลที่มีระดับพลังงานเพิ่มขึ้น(เลขควอนตัมหลักสูงขึ้น)จึงทำให้อิเล็กตรอนอยู่ห่างจากนิวเคลียสมากขึ้น ขนาดอะตอมจึงใหญ่ขึ้น(รัศมีอะตอมใหญ่ขึ้น) เช่น ในหมู่ที่ 5 ขนาดอะตอมของ $N < P < As < Sb < Bi$

ยกเว้น รัศมีของไอออน < อะตอมที่เป็นกลาง < ไอออนลบ

3) พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy : IE)

คือ พลังงานที่ใช้ทำให้อะตอมของธาตุที่เป็นอะตอมเดี่ยวอยู่ในสถานะแก๊สเสีย หรือให้อิเล็กตรอนออกไป แล้วกลายเป็นไอออนบวก(Cation) ซึ่งเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

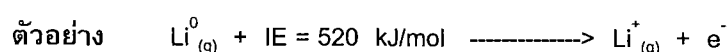


เมื่อ X^0 แทนอะตอมของธาตุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าและเป็นอะตอมเดี่ยวอยู่ในสถานะแก๊ส

ne^- แทนจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้หรือเสียออกไปจากอะตอมโดย n คือเลขจำนวนเต็มมีค่า

ตั้งแต่ 1, 2, 3, ...

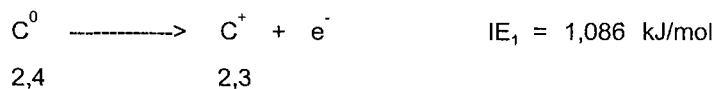
X^{+n} แทนไอออนบวกที่มีประจุไฟฟ้าบวกเป็น +n



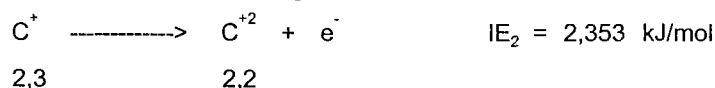
จากตัวอย่างดังกล่าวแสดงว่า Li^0 กลายเป็น Li^+ โดยเสียอิเล็กตรอนออกไปหนึ่งตัวต้องให้พลังงานเข้าไป 520 kJ/mol โดยอิเล็กตรอนที่หลุดหรือเสียออกไปนั้นจะหลุดหรือเสียออกไปที่ละตัว โดยอิเล็กตรอน ตัวแรกที่หลุดหรือเสียออกไปได้ง่ายที่สุด คือ วาเลนซ์อิเล็กตรอน พลังงานที่ทำให้อิเล็กตรอนตัวแรกสุดหลุดหรือเสียออกไป เรียกว่า “พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่หนึ่ง” (First Ionization Energy : IE_1)

การทำให้อิเล็กตรอนตัวที่อยู่ถัดเข้ามาด้านในของอะตอมหลุดออกไปนั้นต้องใช้พลังงานสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าอิเล็กตรอนตัวที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากๆนั้น ย่อมถูกนิวเคลียสดึงดูดไว้แข็งแรงมากกว่าอิเล็กตรอนที่อยู่ไกลออกไปจากนิวเคลียส เช่น C-atom มีอิเล็กตรอนทั้งหมด 6 ตัว มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัว เพราะอยู่หมู่ IVA เมื่อกลายเป็น C^{+4} คือ เสียอิเล็กตรอนออกไป 4 ตัวนั้นต้องใช้หรือให้พลังงานเข้าไป 4 ลำดับขั้นตอน ดังนี้

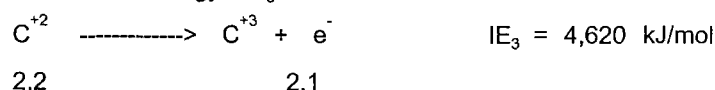
First Ionization Energy : IE_1



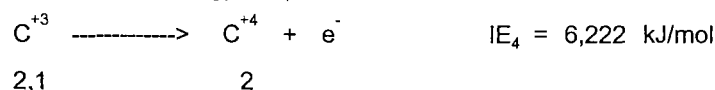
Second Ionization Energy : IE_2



Third Ionization Energy : IE_3



Fourth Ionization Energy : IE_4



การเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานการแตกตัวเป็นไอออนจะเกี่ยวเนื่องกับแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนในออร์บิทัลต่างๆ และแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนในออร์บิทัลเดียวกันโดยที่แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนเป็นไปสมการ คือ

$$E_n = \frac{2\pi^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2} \quad \text{หรือ } E_n \propto Z^2 \text{ เมื่อ } n \text{ เท่ากัน}$$

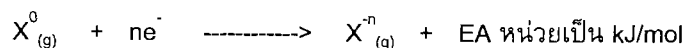
จากสมการ ค่าพลังงานไอออนไนเซชัน(IE) จะขึ้นอยู่กับเลขอะตอม (Z) ของธาตุ ซึ่งแนวโน้มค่าพลังงานไอออนไนเซชัน (IE) ของธาตุในตารางธาตุ สรุปได้ดังนี้

คาบเดียวกัน ค่า IE จะเพิ่มขึ้น ถ้าเลขอะตอมเพิ่มขึ้น (ซ้ายไปขวา) เนื่องจากธาตุแต่ละตัวอยู่ในระดับพลังงานเดียวกันแต่มีขนาดอะตอมเล็กลง ทำให้อิเล็กตรอนหลุดยาก (ยกเว้นธาตุหมู่ IIA จะสูงกว่าหมู่ IIIA และหมู่ VA จะสูงกว่าหมู่ VIA เพราะธาตุหมู่ IIA และ VA การจัดเรียงอิเล็กตรอนเสถียรมากกว่า)

หมู่เดียวกัน ค่า IE จะลดลง ถ้าเลขอะตอมเพิ่มขึ้น(บนลงล่าง) เนื่องจากขนาดอะตอมใหญ่ขึ้น ทำให้อิเล็กตรอนหลุดได้ง่าย

4) อิเล็กตรอนแอฟฟินิตี (Electron Affinity : EA)

อิเล็กตรอนแอฟฟินิตี คือ ค่าพลังงานที่อะตอมของธาตุคายออกมา เมื่ออะตอมของธาตุนั้นอยู่ในสถานะแก๊สรับอิเล็กตรอนเข้าไปแล้วกลายเป็นไอออนลบ (Anion) ดังสมการ

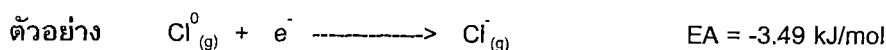


เมื่อ X^0 แทนอะตอมของธาตุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าและเป็นอะตอมเดี่ยวอยู่ในสถานะแก๊ส

ne^- แทนจำนวนอิเล็กตรอนที่จะตอมรับเข้าไปเมื่อ n คือเลขจำนวนเต็มมีค่าตั้งแต่

1, 2, 3, ...

X^{-n} แทนไอออนลบที่มีประจุไฟฟ้าลบตามจำนวนอิเล็กตรอนที่จะตอมรับเข้าไป



แสดงว่า Cl-atom รับอิเล็กตรอนเข้าไปหนึ่งตัวกลายเป็น Cl^- (Chloride ion) โดยคายพลังงานออกมาเท่ากับ 3.49 kJ/mol พลังงานที่คายออกมา คือ พลังงานอิเล็กตรอนแอฟฟินิตี ซึ่งพบว่า ถ้าอะตอมของธาตุใดก็ตามมีค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตีเป็นค่าลบมาก อะตอมของธาตุนั้นจะรับอิเล็กตรอนแล้วกลายเป็นไอออนลบได้ง่าย แต่ถ้าอะตอมของธาตุใดมีค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตีเป็นค่าลบน้อยๆ จะรับอิเล็กตรอนกลายเป็นไอออนลบได้ยาก ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตีของธาตุบางธาตุในสถานะแก๊ส (kJ/mol)

หมู่ที่ คาบที่	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H -73							He 21
2	Li -60	Be 240	B -27	C 122	N 31	O -141	F -328	Ne 29
3	Na -53	Mg 230	Al -44	Si -134	P -72	S -200	Cl -349	Ar 35
4	K -48	Ca 156	Ga -30	Ge -120	As -77	Se -195	Br -325	Kr 39

แนวโน้มค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตี (EA) ของอะตอมของธาตุในตารางธาตุ สรุปได้ดังนี้

คาบเดียวกัน ค่า EA จะเพิ่มขึ้นถ้าเลขอะตอมเพิ่มขึ้น(ซ้ายไปขวา) เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กลง แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนวงนอกสุดมีค่ามากกว่าอะตอมที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้น จึงมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ง่ายกว่า

หมู่เดียวกัน ค่า EA จะลดลงถ้าเลขอะตอมเพิ่มขึ้น(บนลงล่าง)เนื่องจากอะตอมมีขนาดใหญ่ขึ้น แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนวงนอกสุดมีค่าลดลง ทำให้ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนที่เพิ่มเข้ามาน้อยลง

5) อิเล็กโตรเนกาติวิตี (Electronegativity : EN)

อิเล็กโตรเนกาติวิตี คือ ค่าความสามารถของนิวเคลียสของอะตอมธาตุต่างๆที่จะดึงดูดอิเล็กตรอนเข้าหานิวเคลียส

ตาราง 7 แสดงค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุบางชนิด

หมู่ที่ คาบที่	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H 2.1							He -
2	Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne -
3	Na 0.9	Mg 1.2	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar -
4	K 0.8	Ca 1.0	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr -

แนวโน้มค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ของอะตอมของธาตุในตารางธาตุ สรุปได้ดังนี้

คาบเดียวกัน ค่า EN เพิ่มขึ้นจากด้านซ้ายมือไปยังด้านขวามือของตารางธาตุ เพราะว่าขนาดอะตอมของธาตุที่อยู่ทางด้านขวามือเล็กกว่าขนาดอะตอมของธาตุที่อยู่ทางด้านซ้ายมือ เช่น ในคาบที่ 3 Na-atom มีค่า EN เท่ากับ 0.9 น้อยกว่าของ Mg-atom ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.2

หมู่เดียวกัน ค่า EN ลดลงจากบนลงล่าง เนื่องจากอะตอมมีขนาดใหญ่ขึ้น (เลขอะตอมเพิ่มขึ้น) จึงทำให้นิวเคลียสดึงดูดไปยังอิเล็กตรอนที่เข้ามาใกล้ได้น้อยกว่า ดังตัวอย่าง ธาตุหมู่ IIA เช่น Be-atom มีค่า EN เท่ากับ 1.5 มากกว่าของ Mg-atom ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.2 เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะขนาดอะตอมของ Be-atom ซึ่งอยู่ด้านบนเล็กกว่าขนาดอะตอมของ Mg-atom ที่อยู่ด้านล่างในหมู่เดียวกัน จึงทำให้นิวเคลียสดึงดูดไปยังอิเล็กตรอนที่เข้ามาใกล้ได้มากกว่า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำเนื้อหาสาระดังกล่าวข้างต้น มาพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1)ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2)ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3)ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4) ทฤษฎีอะตอมของโบร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5)ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6)คุณสมบัติของสาร แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ

3. อินเทอร์เน็ต

3.1 ความหมายอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ที่สามารถรวบรวมข้อมูลข่าวสาร เป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัย สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ทางการเรียนการสอน มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ถนอมพร ดันพิพัฒน์ (2539 : 2) ; กองวิชาการและแผน (2542 : 42) ; กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 313) และไพโรจน์ เบาใจ (2544 : 37) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายของเครือข่ายโลก (Network of Network) ซึ่งเป็นเครือข่ายที่ขนาดใหญ่ที่เชื่อมโยงเครือข่ายทั้งหมดทั่วโลกเข้าด้วยกันโดยใช้มาตรฐานการเชื่อมโยงที่ชื่อ TCP/IP ซึ่งทำให้สามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้อย่างรวดเร็วและทุกรูปแบบ

ชัยพจน์ รังงาม (2540 : 1) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต หมายถึง ระบบเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลก (Network of Network) ซึ่งเป็นระบบที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ได้ทั่วโลก เป็นแหล่งความรู้อันทันสมัย ช่วยให้ผู้ใช้ทราบข่าวสาร ความรู้ใหม่ๆ ได้รวดเร็วและไม่ยุ่งยาก

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2543 : 85) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต หมายถึง กลุ่มของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาเชื่อมต่อกันผ่านเทคโนโลยีด้านการสื่อสาร เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า อินเทอร์เน็ต หมายถึง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ภายใต้มาตรฐานการเชื่อมโยงที่เรียกว่า TCP/IP เพื่อประโยชน์ในการเป็นแหล่งความรู้ช่วยให้ผู้ใช้ทราบข่าวสาร ความรู้ และสามารถติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้อย่างรวดเร็ว

3.2 บริการบนอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายที่ให้บริการข้อมูลข่าวสาร บทความด้านต่างๆหลากหลายสาขา และเปิดโอกาสให้ผู้ใช้บริการสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งบริการบนอินเทอร์เน็ต มีดังนี้

(สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล. 2539 : 12-15) ; (กองวิชาการและแผน. 2542 : 42-45) ; (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 318-321) ; (ไพโรจน์ เบาใจ. 2544 : 41-42)

1. ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail : E – Mail) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “อีเมล” เป็นการรับส่งข้อความผ่านข่ายงานคอมพิวเตอร์ ที่สามารถส่งไฟล์ประเภทต่าง ๆแนบไปด้วย เช่น ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว โดยผู้ใช้สามารถส่งข้อความจากข่ายงานที่ตนใช้อยู่ไปยังผู้รับอื่น ๆในข่ายงานเดียวกัน หรือข้ามข่ายงานในอินเทอร์เน็ตได้ทั่วโลก

2. การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล (File Transfer Protocol : FTP) เป็นบริการที่อนุญาตให้ผู้ใช้ติดต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ใด ๆบนอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการ FTP เพื่อโอนย้ายแฟ้มข้อมูลประเภทต่างๆ เช่น แฟ้มข่าว แฟ้มภาพ บทความ รวมถึงโปรแกรมต่างๆ ไปมาระหว่างเครื่องของผู้ใช้กับเครื่องที่ติดต่อกับ

3. การขอเข้าใช้ระบบจากระยะไกล (Remote Login : Telnet) เป็นโปรแกรมสำหรับการขอเข้าใช้ระบบจากระยะไกล โปรแกรมที่รู้จักกันดี คือ เทลเน็ต ซึ่งจะเป็นการให้ผู้ใช้สามารถเข้าไปใช้ทรัพยากร หรือขอใช้บริการจากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น และให้คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นทำหน้าที่ประมวลผลโดยผู้ใช้ป้อนคำสั่งผ่านคอมพิวเตอร์ของตน แล้วจึงส่งผลลัพธ์กลับมาแสดงบนหน้าจอ

4. การค้นหาแฟ้ม โปรแกรมที่นิยมใช้กัน คือ อาร์คี (Archie) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการค้นหาแฟ้มที่ทราบชื่อแต่ไม่ทราบว่าแฟ้มนั้นอยู่ในเครื่องบริการใดในอินเทอร์เน็ต เนื่องจากบนอินเทอร์เน็ตมีแฟ้มข้อมูลมากมาย โปรแกรมนี้จะสร้างบัตรรายการแฟ้มไว้ในฐานข้อมูล เมื่อต้องการค้นหาแฟ้มนั้นอยู่ในเครื่องบริการใดก็เพียงแค่เรียกอาร์คี แล้วพิมพ์ชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการลงไป อาร์คีจะตรวจค้นฐานข้อมูลและแสดงชื่อแฟ้มพร้อมรายชื่อเครื่องบริการที่เก็บแฟ้มนั้นให้ทราบ เมื่อทราบชื่อเครื่องบริการก็สามารถใช้ FTP เพื่อถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลได้

5. การค้นหาข้อมูลด้วยระบบเมนู เป็นการใช้ในระบบยูนิกซ์ โดยใช้โปรแกรมโกเฟอร์ (Gopher) สำหรับการค้นหาข้อมูลและขอใช้บริการด้วยระบบเมนู ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ในการค้นหาแฟ้มข้อมูลและไฟล์ต่างๆ ที่แสดงไว้เป็นลำดับรายการ

6. กลุ่มอภิปรายหรือกลุ่มข่าว (Newsgroup) เป็นการรวมกลุ่มของผู้ใช้อินเทอร์เน็ต เพื่อส่งข้อมูลสำหรับการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเฉพาะกลุ่มของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตที่มีความสนใจเรื่องเดียวกัน โดยที่สมาชิกส่งข้อมูลไว้ในเซิร์ฟเวอร์ แล้วสมาชิกคนอื่นๆ เข้ามาในเซิร์ฟเวอร์เพื่อเลือกอ่านเฉพาะข้อมูลที่ตนเองต้องการ การรวมกลุ่มอภิปรายจะอยู่ในกระดานข่าว (Bulletin Board) หรือในยูสเน็ต (UseNet) ก็ได้

7. บริการสารสนเทศบริเวณกว้าง (Wide Area Information Server : WAIS) เป็นการเชื่อมโยงฐานข้อมูลที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้าด้วยกัน เพื่อสะดวกต่อการค้นหา เมื่อมีการใช้เวสค้นหาข้อมูลจะทำให้ผู้ใช้เห็นเสมือนว่ามีฐานข้อมูลอยู่เพียงฐานเดียว จึงทำให้สะดวกในการค้นหา

8. การสนทนาในข่ายงาน (Internet Relay Chat : IRC) เป็นการที่ผู้ใช้ฝ่ายหนึ่งสนทนากับผู้ใช้อีกฝ่ายหนึ่งโดยมีการโต้ตอบกันทันที โดยการพิมพ์ข้อความหรือใช้เสียงซึ่งอาจสนทนาเป็นกลุ่มหรือระหว่างบุคคลเพียง 2 คนก็ได้

9. เวิลด์ ไรด์ เว็บ (World Wide Web : WWW) หรือเรียกสั้นๆว่า “เว็บ” เป็นการสืบค้นสารสนเทศที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตในระบบข้อความหลายมิติ(Hypertext) โดยคลิกที่จุดเชื่อมโยง เพื่อเสนอหน้าเอกสารอื่น ๆที่เกี่ยวข้อง สารสนเทศที่เสนอจะมีทั้งในลักษณะของตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ซึ่งการเข้าสู่ระบบเวิลด์ ไรด์ เว็บ จะต้องใช้โปรแกรมการทำงาน ซึ่งได้แก่ เน็ตสเคป นาวิเกเตอร์ (Netscape Navigator) อินเทอร์เน็ตเอ็กสพลอเรอร์ (Internet Explorer) ซึ่งจะช่วยให้การใช้เวิลด์ ไรด์ เว็บ สะดวกยิ่งขึ้น ในการค้นหาข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบเวิลด์ ไรด์ เว็บที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต จะถูกสร้างในรูปแบบที่เรียกว่า HTML (Hypertext Markup Language) และจะมีที่อยู่กำกับในรูปแบบ URL (Universal Resource Locator) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการกำหนดที่อยู่ของเครื่อง คือ จะเริ่มด้วยส่วนแรกสุดที่ระบุรูปแบบของการเข้าถึงข้อมูลตามด้วยชื่อที่อยู่ของเครื่อง ชื่อโดเมน และแฟ้มข้อมูล เช่น <http://www.ibm.com/welcome/serreen1.htm>

ในการวิจัยครั้งนี้ การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ใช้บริการบนอินเทอร์เน็ต ได้แก่ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มอภิปรายหรือกลุ่มข่าว และเวิลด์ ไรด์ เว็บ

3.3 ความสำคัญของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้กลายเป็นสื่อการศึกษาของโลกยุคใหม่ ซึ่งสาเหตุของความนิยมในการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ก็คือคุณค่าของอินเทอร์เน็ตที่มีต่อการศึกษา ดังที่ ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2540 – 2541 : 58-60) กล่าวไว้ดังนี้

1. ช่วยเปิดโลกกว้างให้กับผู้เรียนมีผลให้ผู้เรียนมีการรับรู้เกี่ยวกับสังคม วัฒนธรรมและโลกมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการที่เครือข่ายการศึกษาบนอินเทอร์เน็ตทำให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้คนทั่วโลกได้อย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นลักษณะการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบทันทีทันใด เช่น บริการ Chat, Talk หรือบริการอื่นๆ เช่น บริการไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E – Mail), บริการเวิลด์ ไรต์ เว็บ, FTP และอื่นๆทำให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลสารสนเทศได้ทั่วโลกโดยไม่จำเป็นว่าข้อมูลนั้นจะมาจากส่วนใดของโลก

2. เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลทรัพยากรทางปัญญาอย่างมากมายในลักษณะที่สื่อประเภทอื่นไม่สามารถทำได้ ผู้เรียนจะมีความสะดวกต่อการค้นหาข้อมูลในลักษณะใดก็ได้ เช่น การค้นหาหนังสือ หรืออ่านบทคัดย่อจากห้องสมุดออนไลน์ ตำรา วารสารต่าง ๆ โดยผู้ใช้จะเข้าไปใช้เครือข่ายในเวลาและสถานที่ใดก็ได้

3. ก่อให้เกิดทักษะการคิดอย่างมีระบบ(High-Order Thinking Skills) โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์แบบสืบค้น (Inquiry-Based Analytical Skills) การคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical Thinking) การวิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา และการคิดอย่างอิสระ

4. สนับสนุนการทำกิจกรรมร่วมกันได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาในลักษณะที่เรียนร่วมกันหรือเรียนต่างห้องกันหรือต่างสถาบันกัน เพราะลักษณะการเรียนการสอนดังกล่าวจะต้องมีการสืบค้นข้อมูล การสนทนา การอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง

5. เป็นกิจกรรมที่สามารถเชื่อมโยง และบูรณาการการเรียนการสอนเข้าด้วยกันเป็นอย่างดี นักการศึกษาสามารถที่จะบูรณาการการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ เข้าด้วยกันอย่างต่อเนื่อง

6. ช่วยขยายขอบเขตของห้องเรียนออกไปให้กว้างขึ้น เพราะผู้เรียนสามารถใช้เครือข่ายในการสำรวจข้อมูลและปัญหาต่างๆ ที่ผู้เรียนสนใจ

7. เป็นตัวเชื่อมให้ผู้เรียนเข้าถึงผู้ให้คำปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญโดยตรง

3.4 รูปแบบของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา

ในด้านการศึกษ สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้หลายรูปแบบ ดังนี้ (ถนอมพร ดันพิพัฒน์. 2539:4-9)

1. ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการติดต่อสื่อสาร อภิปราย แลกเปลี่ยนและสอบถามข้อมูลข่าวสาร ความคิดเห็นทั้งกับผู้อื่นในเรื่องเดียวกันหรือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่างๆ

ในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาในสหรัฐอเมริกา การติดต่อกับครู-อาจารย์ไม่ว่าจะเป็นนัดหมาย ชักถามข้อสงสัย หรือการส่งการบ้าน นิยมติดต่อทางอีเมล เพราะใช้เวลาในการส่งเพียงไม่กี่วินาที ผู้รับไม่จำเป็นต้องรอรับข้อมูลอยู่ เนื่องจากจุดหมายที่ถูกส่งไปจะถูกเก็บในกล่องรับจดหมาย(Mail Box) ของผู้รับ ผู้รับจะเปิดเข้ามาอ่านซึ่งจะเป็นเวลาใดก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้รับ

บริการทางอินเทอร์เน็ตซึ่งนิยมในหมู่นักศึกษา คือ ลิสต์เซิร์ฟ (Listserv) ซึ่งเป็นบริการที่อนุญาตให้นักการศึกษาสามารถสมัครเป็นสมาชิกของกลุ่มสนทนา(Discussion Group)ที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกัน โดยผู้สนใจจะต้องส่งอีเมลไปยังที่อยู่ของกลุ่มสนทนา (ที่อยู่ของเครื่องคอมพิวเตอร์) ซึ่งจะนำที่อยู่อีเมลของผู้ที่สนใจเข้าร่วมกลุ่มไปใส่ในลิสต์รายชื่อสมาชิก (Mailing List) เมื่อมีผู้ส่งข้อความมายังกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ก็จะทำการคัดลอกและจัดส่งข้อมูลไปยังสมาชิกทุกคน ซึ่งนับว่ามีประโยชน์มาก เพราะเราสามารถรับทราบข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลา ได้เรียนรู้จากทัศนะจากผู้เชี่ยวชาญและได้แสดงความคิดเห็นส่วนตัว และได้ชักถามข้อสงสัยหรือขอความช่วยเหลือต่างๆ จากสมาชิกในกลุ่ม นอกจากนี้การใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตที่มีชื่อว่า “ยูสเน็ต” เป็นอีกบริการที่ให้ประโยชน์ในทางเดียวกัน แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ ยูสเน็ตเป็นกลุ่มข่าว ข้อมูลที่

ถูกส่งไปที่กลุ่มจะถูกทำการเผยแพร่ไปทุกเครือข่ายทั่วโลก โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องส่งอีเมลสมัครเป็นสมาชิกของกลุ่มข่าว เพียงเข้าไปเลือกข่าวที่ต้องการอื่นในกลุ่มข่าวที่สนใจและลงประกาศได้โดยการส่งอีเมลไปยังกลุ่มข่าวนั้น ๆ

2. การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการค้นหาข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

นักการศึกษาสามารถใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูล ศึกษาค้นคว้าและวิจัยได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมในปัจจุบัน คือ ผ่านทางเวิลด์ ไวด์ เว็บ เพราะการที่เว็บรองรับข้อมูลในหลายๆ รูปแบบเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวเนื่องกันให้เราได้ศึกษาอย่างสะดวกสบาย รวดเร็ว และยังมีรวมบริการในด้านอื่นๆ เช่น อีเมล การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล (FTP) ยูสเน็ต และโกเฟอร์ไว้อีกด้วย

การค้นหาข้อมูลมีเครื่องมือช่วยค้น (Search Machine) ซึ่งบนเว็บจะมีบริการเชื่อมต่อกับเครื่องมือเหล่านี้ไว้แล้ว การใช้งานก็เพียงแต่กดปุ่มสำหรับเรียกเครื่องมือนี้ขึ้นมา พิมพ์คำหรือข้อความที่ต้องการสืบค้นลงไป เครื่องก็จะแสดงผลการค้นหาโดยการแสดงชื่อของข้อมูลที่เรากำลังต้องการศึกษา(Web Page) ผู้ใช้สามารถกดลงไปบนชื่อของข้อมูลที่ต้องการ ข้อมูลก็จะปรากฏบนหน้าจอ และการเข้าใช้คอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ที่ต่ออยู่กับเครือข่ายและอนุญาตให้มีการเข้าใช้ได้ โดยเฉพาะการติดต่อเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ของห้องสมุดเพื่อค้นหา ยืม ต่อเวลาการยืม หรือการจองหนังสือ วารสาร วิทยานิพนธ์ ทำได้โดยการใช้คำสั่ง Telnet และตามด้วยชื่อเครื่องหรือหมายเลขของเครื่อง และพิมพ์ชื่อในการขอเข้าใช้ (login)

นักการศึกษาอาจจะเข้าใช้คอมพิวเตอร์ที่เป็นฐานข้อมูล บทความทางการศึกษา เช่น ERIC หรือ CARL โดยบางฐานข้อมูลผู้ใช้สามารถเข้าไปค้นหาบทความ บริการพิเศษอื่นๆ เช่น บริการการส่งอีเมลแจ้งให้ทราบเกี่ยวกับบทความใหม่ๆ โดยต้องกำหนดชื่อของวารสารที่สนใจไว้ล่วงหน้าหรืออาจมีบริการส่งแฟกซ์ บทความสั้นๆ ให้แก่ผู้ที่สนใจซึ่งจะคิดค่าบริการและราคาค่อนข้างสูง

ในการสืบค้นข้อมูล นักการศึกษาสามารถใช้บริการทางอาร์คีและเวส โดยอาร์คีเป็นบริการช่วยค้นหาข้อมูลที่อยู่บนฐานเครื่องคอมพิวเตอร์เฉพาะเครื่องที่มีการอนุญาตให้ออนถ่ายแฟ้มข้อมูลได้ เวสเป็นบริการค้นหาข้อมูลที่ต้องอาศัยการต่อเข้าไปยังเครื่องที่เป็นศูนย์บริการก่อนและพิมพ์คำหรือข้อความที่ต้องการสืบค้น ข้อแตกต่างที่สำคัญ คือ คำหรือข้อความที่ต้องการสืบค้นจะเกี่ยวกับตัวเนื้อหา ไม่ใช่เฉพาะชื่อเรื่องเหมือนกับอาร์คี เพราะเวสจะค้นหาแฟ้มข้อมูลที่มีเนื้อหา

3. การใช้อินเทอร์เน็ตในหลักสูตรการศึกษา

การใช้การใช้อินเทอร์เน็ตในหลักสูตรการศึกษา แบ่งได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

3.1 การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของหลักสูตรที่มีอยู่เดิม ปัจจุบันนี้ได้มีการใช้อินเทอร์เน็ตในหลักสูตรกิจกรรมการสอน โดยเฉพาะในการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการสำรวจของวิทยาลัยครูแบงค์สตรีท(Bank Street College of Education) ใน พ.ศ. 2536 พบว่า นักการศึกษาในสหรัฐอเมริกาได้ใช้อินเทอร์เน็ตในหลักสูตรกิจกรรมการสอนในโครงการร่วมระหว่างห้องเรียนจาก 2 โรงเรียนขึ้นไป (Classroom Exchange Projects) เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลในวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการรับรู้ทางสังคม และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่างๆ เพราะในโครงการได้รวมกิจกรรมการเรียนอื่นๆ เอาไว้ด้วย เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าวิจัย การสอบถาม ปรัชญาผู้เชี่ยวชาญ การรับรู้ทางสังคม การแลกเปลี่ยนทางวัฒนธรรมและการเขียนรายงาน นอกจากนี้ โครงการการเขียนหนังสือของโรงเรียนแบบออนไลน์ การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ การเขียนจดหมายโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนจากต่างห้องเรียนต่างโรงเรียน เป็นกิจกรรมที่ได้รับความนิยมมากเช่นกัน

3.2 การศึกษาทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต

การศึกษาทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต คือ การเรียนการสอนซึ่งผู้สอนและผู้เรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน ซึ่งจะช่วยจัดปัญหาทางด้านการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ และข้อจำกัดในด้านเวลา และสถานที่ของผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

1) ในลักษณะที่ผู้เรียนและผู้สอนมีการนัดหมายเวลาที่แน่ชัด ซึ่งการสอนในลักษณะนี้ ต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณภาพและเสียง ทั้งในห้องผู้สอนและผู้เรียน เพื่อการสื่อสารโต้ตอบแบบทันทีทันใด

2) ในลักษณะที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้องมีการนัดหมายเวลาที่แน่ชัด โดยผู้เรียนสามารถที่จะเข้ามาเรียนในเวลาใดก็ได้ ซึ่งผู้สอนจะต้องเตรียมเอกสารการสอนไว้ล่วงหน้า และเก็บข้อมูลการสอนนี้ไว้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนสามารถจะเรียนจากที่ไหนก็ได้ที่สามารถเข้าใช้เครือข่ายได้ ในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ เอกสารการสอนทำได้หลายลักษณะ ทั้งในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ หรือ CAI on the Web เพื่อประโยชน์ของเทคโนโลยีในการเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆทั่วโลก โดยผู้เรียนจะต้องต่อเข้าไปใช้เครือข่ายในขณะที่เรียนอยู่ เพื่อทำการโหลดเนื้อหามาเรียน ถ้าผู้เรียนมีข้อสงสัยก็สามารถอีเมลไปสอบถามจากผู้สอนได้

3.3 การเรียนการสอนเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต

สำหรับประเทศไทย สถาบันการศึกษาอุดมศึกษาบางแห่งได้มีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต โดยจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในรายวิชาต่างๆโดยเฉพาะวิชาที่เกี่ยวกับการค้นคว้าให้แก่นิสิตเพื่อเป็นการเตรียมนิสิต นักศึกษาให้มีความรู้ในการที่จะนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการค้นคว้าวิจัยหรือทำรายงาน และในการเรียนรู้ด้วยตนเองต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้นิสิต นักศึกษาได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นผ่านสื่อในลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิม เช่น การอภิปรายผ่านอีเมล การเสนอความคิดเห็นในกลุ่มสนทนา หรือการนำเสนอข้อมูลบนเว็บ

3.5 ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยเสริมสร้างคุณภาพและความเสมอภาคทางการศึกษา ซึ่ง ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2543 : 96-97) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาไว้ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ครู อาจารย์ นักเรียน และนักศึกษาสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ที่หลากหลาย หรือเสมือนหนึ่งมี “ห้องสมุดโลก” (Library of the World) ครูและนักเรียนสามารถค้นหาหรือสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ทั่วโลกโดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านสถานที่ และเวลา (Anywhere and Anytime)

2. พัฒนาการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน เนื่องจากการที่อินเทอร์เน็ตสามารถให้บริการไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสะดวก รวดเร็ว แม่นยำ และง่ายต่อการใช้ ทำให้เกิดการสื่อสารเพิ่มมากขึ้นในระบบการศึกษา ทั้งที่เป็นการสื่อสารระหว่างครูและครู ครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งการสื่อสารระหว่างนักเรียนช่วยส่งเสริมการทำงานกลุ่ม การปรึกษาหารือกับครู และเพื่อนนักเรียนในเชิงวิชาการ ตลอดจนการติดต่อกับเพื่อนทั้งในและต่างประเทศ

3. เปลี่ยนบทบาทของครูและนักเรียนการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอนจะทำให้บทบาทของครูปรับเปลี่ยนไปจากการเน้นความเป็น “ผู้สอน” มาเป็น “ผู้แนะนำ” มากขึ้น และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนจะเป็นการเรียนรู้ “เชิงรุก” มากขึ้น เนื่องจากฐานข้อมูลในอินเทอร์เน็ตเป็นปัจจัยที่จะเอื้ออำนวยให้นักเรียนสามารถเรียนและค้นคว้าได้ด้วยตนเอง (Independent learning) ได้สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

4. เว็บเพจเพื่อการศึกษา

4.1 ความหมายเว็บเพจเพื่อการศึกษา

ข้อมูลจากเวิลด์ ไรด์ เว็บ (World Wide Web) ที่ได้จากโปรแกรมบราวเซอร์จะมีลักษณะคล้ายกับหน้าเอกสารที่เป็นหน้ากระดาษหน้าหนึ่งที่น่าเสนอและถ่ายทอดข้อมูลในรูปแบบไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) และไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ข้อมูลจะส่งผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยการใช้โปรแกรมโพรโทคอลแบบ HTTP (Hypertext Transport Protocol) เพื่อใช้ในการส่งเอกสารข้อมูลซึ่งจะถูกจัดในรูปแบบที่เรียกว่า "HTML" (Hypertext Markup Language)

เว็บ (Web) เป็นส่วนหนึ่งของอินเทอร์เน็ตที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว สำหรับให้บริการบุคคลทั่วโลก ใช้งานได้ง่ายและสะดวก แต่มีข้อจำกัดอยู่บ้างในด้านการใช้งาน เช่น ความเร็ว ในบางครั้งต้องเสียเวลารอคอยการดาวน์โหลด (Down Load) ในแต่ละเพจ (เจนวิทย์ เหลืองอร่าม, 2541 : 39)

เพจ (Page) คือ เอกสารเดี่ยวๆ ภายในเว็บ ซึ่งบรรจุหัวข้ออย่างน้อยหนึ่งหัวข้อที่สามารถถูกลิงค์มาจากเพจอื่นได้ ซึ่งประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง รวมถึงการลิงค์แบบไฮเปอร์เท็กซ์ไปยังเพจอื่นๆ หรือไปยังบริการอื่นๆ ในอินเทอร์เน็ต เนื่องจากเอกสารในเวิลด์ ไรด์ เว็บ ไม่ถูกจัดแบ่งหน้า ดังนั้น เพจหนึ่งจึงสามารถมีข้อมูลยืดออกไปเรื่อยๆ ได้หลายหน้าต่าง

เว็บเพจ (Web Page) เป็นหน้ากระดาษอิเล็กทรอนิกส์ในเวิลด์ ไรด์ เว็บ ซึ่งมีหน้าตาคล้ายกับหน้ากระดาษของหนังสือพิมพ์หรือนิตยสาร โดยมีทั้งอักษรข้อความและภาพนิ่ง นอกจากนี้ยังสามารถใส่เสียง และวิดีโอในหน้าเว็บเพจได้อีกด้วย สำหรับเว็บเพจหน้าแรก เรียกว่า "โฮมเพจ"(Home Page) โดยปกติเราสามารถใส่คำว่าเว็บเพจ เรียกแทนคำว่าโฮมเพจหรือเว็บไซต์ก็ได้

โฮมเพจ (Home Page) เป็นเว็บเพจหน้าแรกของแต่ละเว็บไซต์ที่เราเปิดเว็บบราวเซอร์ขึ้นมา

เว็บไซต์ (Web Site) เป็นชุดของเว็บเพจ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ตัวหลักที่ให้บริการเวิลด์ ไรด์ เว็บ เรียกว่า "เว็บเซิร์ฟเวอร์" (Web Server) ซึ่งองค์กรนั้นๆ จะทำการพัฒนาเว็บเพจขององค์กรแล้วเก็บไว้ในเว็บบราวเซอร์ (พรทิพย์ โล่ห์เลขา, 2540 : 3)

สำหรับเว็บเพจเพื่อการศึกษา (Web Based Instruction) มีชื่อเรียกหลายลักษณะ เช่น เว็บการเรียนรู้(Based Learning) อินเทอร์เน็ตช่วยสอน(Internet Based Instruction) เวิลด์ ไรด์ เว็บช่วยสอน (WWW-Based Instruction) เป็นต้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

รวิชัย อติเทพสถิต (2545 : 19) กล่าวว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา เป็นเครื่องสื่อสารภายใต้ระบบมัลติยูสเซอร์อย่างไร้พรมแดน โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียน อาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ ฐานข้อมูลความรู้และรับส่งข้อมูลการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Education Data) อย่างไม่จำกัดเวลา สถานที่ภายใต้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 344) กล่าวว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา เป็นการประยุกต์การเรียนรู้โดยการค้นคว้าด้วยตนเองและการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Collaborative) โดยใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรในเวิลด์ ไรด์ เว็บ

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา หมายถึง การใช้โปรแกรมสื่อหลายมิติที่อาศัยประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเทอร์เน็ต และเวิลด์ ไรด์ เว็บ มาออกแบบเป็นเว็บเพื่อการเรียนการสอน สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาโดยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4.2 การออกแบบเว็บเพจ

การออกแบบเว็บเพจ (Webpage Design) เป็นพัฒนาการของสื่อแบบดิจิทัลยุคใหม่ โดยการรวมตัวของความคิดสร้างสรรค์ด้านการออกแบบและเทคโนโลยี เนื่องจากเว็บเพจเป็นสื่อที่มีลักษณะมัลติมีเดียที่มีการผสมผสานสื่อหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน การออกแบบเว็บเพจต้องพิถีพิถันและต้องเป็นการกระทำอย่างต่อเนื่องด้วยคุณสมบัติที่สามารถ Update ข้อมูลและมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้รับสาร ดังที่ กิตานันท์ มลิทอง (2543 : 69 – 72) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการออกแบบเว็บเพจ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. รูปแบบเว็บเพจ ควรเป็นรูปแบบแนวนอนจะเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากการจัดหน้าบนจอภาพมีส่วนกว้างมากกว่าส่วนสูง และเนื้อที่เสนอเนื้อหาบางส่วนยังบรรจุแถบเครื่องมือของบราวเซอร์ให้ปรากฏอยู่ตลอดเวลาในเนื้อที่แนวนอนของเว็บเพจ สำหรับหน้าโฮมเพจควรมีทุกอย่างสมบูรณ์และมีขนาดพอดีเท่ากับเนื้อที่นั้น เพื่อที่จะให้ผู้อ่านสามารถดูทุกอย่างได้ภายในหน้าเดียวโดยไม่ต้องเบื่อนายในการใช้แถบเลื่อนในการเลื่อนดูรายละเอียดเกี่ยวกับเว็บไซต์

2. การจัดหน้าเว็บเพจ ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1 กำหนดความยาวของหน้าให้สั้น ควรกำหนดจำนวนของข้อความที่จะบรรจุในแต่ละหน้า โดยควรมีข้อความระหว่าง 200–500 คำในแต่ละหน้า ผู้ออกแบบสามารถเริ่มข้อความยาวๆ ในหน้าใหม่ได้โดยไม่ต้องมีเลขหน้ากำกับ

2.2 ใส่สารสนเทศที่สำคัญที่สุดในส่วนบนของหน้า เนื้อหาที่มีค่าที่สุด ก็คือ ส่วนบนของหน้าจอภาพ ซึ่งทุกคนที่เข้ามาในเว็บไซค์จะมองเห็นส่วนบนของจอภาพได้เป็นลำดับแรก

2.3 ใช้ความได้เปรียบของตาราง การใช้ตารางจะจำเป็นสำหรับการสร้างที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเราต้องการใช้คอลัมน์ ตารางจะใช้ได้เป็นอย่างดีเมื่อใช้ในการจัดระเบียบหน้า เช่น การแบ่งแยกภาพกราฟฟิค หรือเครื่องมือนำทางออกจากข้อความ หรือการแบ่งข้อความออกเป็นคอลัมน์

3. พื้นหลัง ในการออกแบบเว็บเพจ พื้นหลังที่มีลวดลายมากจะทำให้เว็บเพจมีความยากลำบากในการอ่าน การใช้สีร้อนที่มีความเปรียบต่างสูงจะทำให้ไม่สบายตาในการอ่าน ดังนั้น จึงไม่ควรใช้พื้นหลังที่มีลวดลายเกินความจำเป็นและควรใช้สีเย็นเป็นพื้นหลังจะทำให้เว็บเพจนั้นน่าอ่านมากกว่า และควรมีการทดสอบการอ่านด้วยตนเองและผู้อื่นด้วย

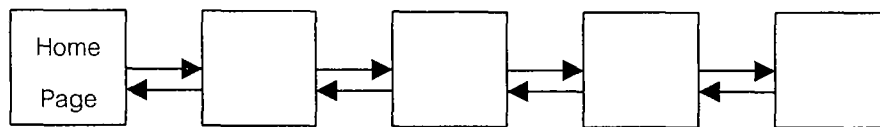
4. ศิลปะการใช้ตัวพิมพ์ ผู้ออกแบบจะถูกจำกัดในเรื่องของศิลปะการใช้ตัวพิมพ์ ซึ่งในการพิมพ์บนเว็บจะไม่สามารถควบคุมช่วงบรรทัด ซึ่งเป็นเนื้อที่ระหว่างบรรทัดหรือช่องไฟระหว่างตัวอักษรได้ หรือแม้แต่การใช้ลักษณะกราฟฟิกแทนตัวอักษรธรรมดา ไม่ควรใช้มากเกินไป 2 – 3 บรรทัด ทั้งนี้เพราะจะทำให้เสียเวลาในการบรรจุลงมากกว่าปกติ

5. การนำทาง รูปแบบการนำทางเป็นไปได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ปุ่ม แถบเครื่องมือ ข้อความ เชื่อมโยง กราฟฟิกเคลื่อนไหว หรือแม้แต่การใช้ภาพถ่าย ภาพลายเส้น เพื่อเป็นเครื่องมือนำทางแก่ผู้อ่านที่จะเชื่อมโยงไปสู่เว็บเพจอื่นๆ ซึ่งตำแหน่งของการนำทางอาจจะอยู่ส่วนบนของหน้า ส่วนล่าง หรือส่วนข้างก็ได้ ถ้ามีการใช้หน้ายาวโดยต้องอาศัยแถบเลื่อนจะเป็นการดีมากที่จะใส่เครื่องมือนำทางทั้งในส่วนบนและส่วนล่างของหน้า โดยอาจทำให้มีความแตกต่างกันโดยใช้ภาพกราฟฟิกในส่วนบนและข้อความเรียงๆ ในส่วนล่าง โดยทั้ง 2 ส่วนมีความหมายเดียวกัน

ดังนั้น ในการออกแบบเว็บเพจ ต้องมีการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล ถ้ามีเนื้อหาหลายๆควรตัดแบ่งออกเป็นตอนๆ ควรเป็นแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ขนาดกระทัดรัด มีการจัดวางที่ง่ายต่อความเข้าใจ รูปภาพที่ใช้ควรมีหน่วยความจำไม่มาก การออกแบบสีของพื้นหลัง สีและขนาดของตัวอักษรที่เหมาะสม อ่านได้ง่ายและชัดเจน รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจอื่นๆ ซึ่งเป็นรายละเอียดของเนื้อหาของเรื่องนั้นๆได้

การออกแบบเว็บเพจ สามารถทำได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะความสัมพันธ์ของเนื้อหา ดังที่ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2545 : 127-140) ได้กล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างเว็บเพจ ไว้ดังนี้

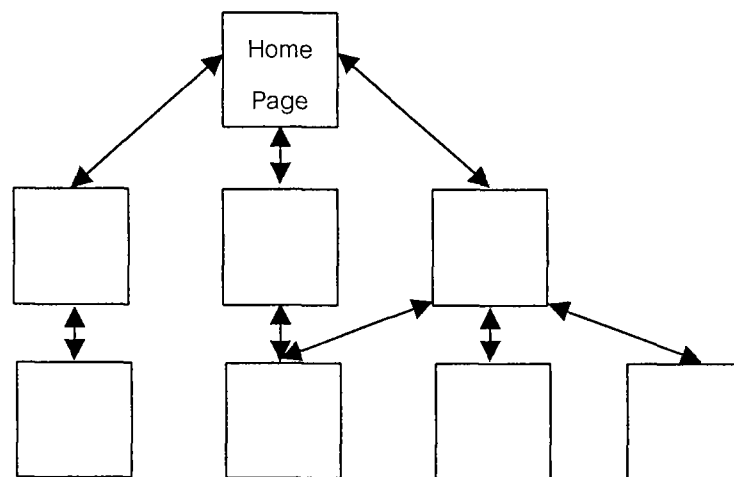
1. แบบเชิงเส้น (Linear) เป็นการจัดแสดงหน้าเว็บเรียงต่อเนื่องไปในทิศทางเดียว



ภาพประกอบ 16 แสดงการจัดแสดงหน้าเว็บเพจแบบเชิงเส้น (Linear)

ที่มา : ดัดแปลงจาก ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2545). *Designing e-Learning : หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน* : 128.

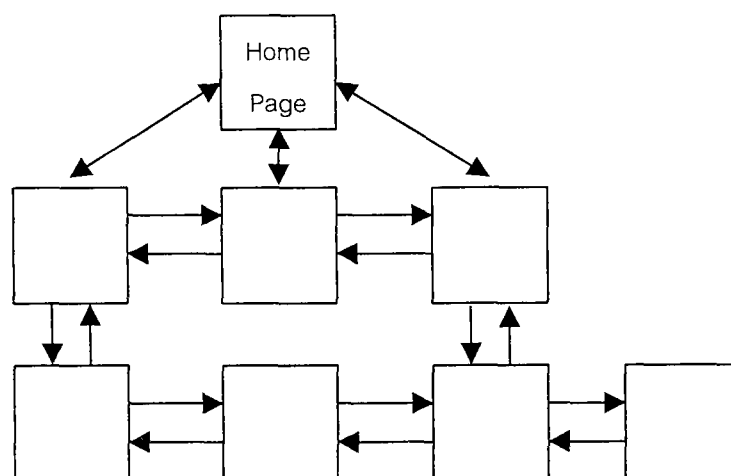
2. แบบลำดับชั้น (Hierarchy) เป็นการจัดแสดงหน้าเว็บเรียงตามลำดับ กิ่งก้านแตกแขนงต่อเนื่อง ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับเนื้อหาที่สลับซับซ้อน เนื่องจากโครงสร้างลักษณะนี้จะมีการแบ่งหมวดหมู่เนื้อหาอย่างชัดเจน ทำให้เข้าถึงเนื้อหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนเป็นไปด้วยความง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น



ภาพประกอบ 17 แสดงการจัดแสดงหน้าเว็บเพจแบบลำดับชั้น (Hierarchy)

ที่มา : ดัดแปลงจาก ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2545). *Designing e-Learning : หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน* : 128.

3. แบบผสม (Combination) เป็นการจัดหน้าเว็บชนิดผสมระหว่างแบบลำดับขั้นและแบบเชิงเส้น



ภาพประกอบ 18 แสดงการจัดแสดงหน้าเว็บเพจแบบผสม (Combination)

ที่มา : ดัดแปลงจาก ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2545). *Designing e-Learning : หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน* : 139.

4.3 หลักการออกแบบเว็บเพจเพื่อการศึกษา

การสร้างเว็บเพจเพื่อการเรียนการสอน มี 2 ลักษณะ ดังนี้ (ใจทิพย์ ณ สงขลา.2542 : 28-30)

1. ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง(Human to Computer) เป็นการสร้างเนื้อหาที่มีการเชื่อมโยงความสำคัญ(Keyword) ไปยังเนื้อหารายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้องหรืออาจเชื่อมโยงไปยังสื่อชนิดอื่นๆ ที่ผู้สอนเห็นว่า จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น ซึ่งการนำเสนอชนิดนี้ไม่สามารถกระทำได้ในสื่อสิ่งพิมพ์ธรรมดา หากจะทำได้เฉพาะกับคอมพิวเตอร์ชนิดมัลติมีเดีย นอกจากนั้นผู้เรียนจะใช้เวลานานเท่าใดหรือดูซ้ำกี่รอบก็ได้ ตามความต้องการของแต่ละบุคคล บทเรียนผ่านเครือข่ายจะมีลักษณะที่โดดเด่น คือ ผู้สอนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนของตนไปสู่เนื้อหาที่ผู้สอนอื่นสร้างขึ้นไว้แล้วในเครือข่ายคอมพิวเตอร์และผู้สอนสามารถแก้ไขปรับปรุงเนื้อหา ให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา

2. ผู้เรียนศึกษาร่วมกับผู้อื่น(Human to Human) คือ ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา หรือโจทย์บางอย่างขึ้นมา และให้กลุ่มผู้เรียนร่วมกันระดมความคิดหาสาเหตุและเสนอหนทางแก้ไข การเรียนในลักษณะนี้ นอกจากจะเป็นการศึกษาเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นแล้ว ยังเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนผ่านเครือข่ายด้วย

ในการสร้างเว็บเพจเพื่อการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย มีข้อควรพิจารณาในการออกแบบ ดังนี้

1. วิเคราะห์กลุ่มผู้เรียน เมื่อผู้สอนกำหนดว่ากลุ่มเป้าหมายหลักคือใคร ก็จะทราบว่าควรนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใด

2. กำหนดเป้าหมายในการสอน ผู้สอนควรที่จะกำหนดเป้าหมายหลักและวัตถุประสงค์ย่อยในการเรียนและนำเสนอเนื้อหาบทเรียนรวมทั้งกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เหล่านั้น ในการออกแบบลักษณะนี้ ความสำคัญอยู่ที่การเตรียมข้อมูลหลักและข้อมูลเสริม ผู้สอนต้องลำดับการเชื่อมโยงอย่างมีเหตุผลรอบคอบ และไม่ควรมากเกินไปจนทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน ในส่วนของข้อมูลเสริมผู้สอนอาจสร้างขึ้นเอง

(Internal Link) หรือให้ผู้เรียนเชื่อมต่อเข้ากับแหล่งข้อมูลที่ผู้อื่นสร้างไว้บนเครือข่าย (External Link) ซึ่งผู้สอนจะต้องทำการตรวจสอบก่อนแล้วว่าเป็นประโยชน์ในการสนับสนุนเนื้อหาหลัก

3. เนื้อหาบทเรียน ในการนำเสนอเนื้อหาควรคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ในรูปไฮเปอร์มีเดียด้วย นั่นคือ การเชื่อมต่อ(Link) เนื้อหาที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ผู้สอนจึงควรออกแบบอย่างรอบคอบเนื่องจากอาจทำให้ผู้เรียนสับสนเมื่อเข้าสู่ข้อมูลที่ผ่านมาหลายลำดับขั้น ผู้สอนควรสร้างแผนผังนำทางการเชื่อมโยงให้ผู้เรียนเห็นคล้ายเนื้อหาในสารบัญ ขณะเดียวกันก็ยังมีอิสระในการเข้าสู่เนื้อหาและเชื่อมต่อไปยังจุดใดก็ได้

4. แรงจูงใจต่อการเรียน แรงจูงใจอย่างหนึ่ง คือ การออกแบบและการใช้เทคนิคที่ให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาอย่างรวดเร็วต่อการติดตาม ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ผ่านเครือข่ายเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวา

5. บทบาทผู้สอน การสอนผ่านเครือข่ายเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนจะต้องเป็นไปในลักษณะกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเลือกรับว่าจะเรียนอย่างไร มีเหตุมีผล สามารถวิเคราะห์และแสวงหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

6. การประเมินผล ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการประเมินตนเองเพราะการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายเน้นที่การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นหลัก

กล่าวโดยสรุป การเรียนการสอนในโลกยุคใหม่ ในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากรูปแบบเดิม ดังนั้น การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังคงเป็นสิ่งใหม่และต้องมีการพัฒนารูปแบบ รวมทั้งวิธีการสอนเพื่อประโยชน์สูงสุดของการศึกษา

4.4 องค์ประกอบของเว็บเพจเพื่อการศึกษา

โครงสร้างเว็บเพจของเว็บไซต์สำหรับรายวิชา ควรมีองค์ประกอบที่เป็นเว็บเพจ ดังนี้ (มนตรี ดวงจิโน. 2544 : 39-44)

1. โฮมเพจ (Home Page)

เป็นเว็บเพจหน้าแรกของเว็บไซต์ ประกอบด้วยชื่อวิชา ผู้สอน และให้ข้อมูลที่เป็นการประชาสัมพันธ์วิชา ควรใส่รูปภาพประกอบและพิมพ์ข้อความกระชับ น่าสนใจ ไม่ควรบอกวัตถุประสงค์ของวิชา ชื่อวิชาควรเชื่อมโยงไปดูเว็บเพจประมวลรายวิชา และชื่อผู้สอนควรเชื่อมโยงไปเว็บเพจประวัติอาจารย์

2. เว็บเพจประกาศ (Information)

เป็นหน้าเว็บเพจที่เกี่ยวกับการเสนอข่าว กำหนดเวลาเรียน การสอน การลงทะเบียน และกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียน และไม่เกี่ยวข้องกับการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ติดตามข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์

3. เว็บเพจประมวลรายวิชา (Course Syllabus)

เป็นเว็บเพจที่แสดงเกี่ยวกับการแจ้งวัตถุประสงค์ของวิชาและเนื้อหารายวิชา

4. เว็บเพจห้องเรียน (Classroom)

เป็นเว็บเพจที่เสนอเนื้อหาความรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาเว็บเพจห้องเรียนเป็นชื่อเนื้อหา หน่วยการเรียนรู้ อธิบายแนวคิดของเนื้อหาของหน่วยและแสดงสารบัญของเว็บเพจระดับย่อย เพื่อเชื่อมโยงไปสู่เว็บเพจที่เกี่ยวข้องในเว็บเพจห้องเรียน มีองค์ประกอบ ดังนี้

4.1 เว็บเพจเนื้อหาความรู้ ประกอบด้วย

1) ระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเฉพาะหน่วย

2) ทบทวนความรู้เดิม โดยให้อ่านเว็บเพจที่ผู้สอนเขียนขึ้นเอง หรือเชื่อมโยงไปดูเว็บเพจหน่วยที่ผ่านมา เชื่อมโยงให้อ่านเอกสารจากแหล่งอื่นๆ ในเว็บเพจแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ และเชื่อมโยงไปยังเว็บเรียนเสริมเพื่อปรับพื้นฐานตามความจำเป็น

3) เสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ทางเว็บเพจที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้

4.2 เว็บเพจกิจกรรม เสนอกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อชี้แนะการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น ประกอบด้วย

1) การเชื่อมโยงไปสืบค้นข้อมูลข่าวสารทางเว็ลด์ ไซด์ เว็บ และแหล่งข้อมูลของโกเฟอร์ (Gopher)

2) กระตุ้นให้ผู้เรียนถามปัญหาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

3) กระตุ้นให้ผู้เรียนสนทนากับอาจารย์ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญด้วยการบริการ

4) การเชื่อมโยงไป FTP Server เพื่อถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลสำหรับนำมาศึกษาด้วยตนเอง

5) การเชื่อมโยงไปค้นคว้าแหล่งข้อมูล เช่น ห้องสมุด ศูนย์ข้อมูล สิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์

6) การแนะนำให้ทำแบบฝึกหัดและประเมินด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจ

แบบฝึกหัด แบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัดด้วยตนเอง

7) การตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบและการทดสอบความรู้ย่อย โดยเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจแบบทดสอบ

4.3 เว็บเพจอภิปราย เป็นเว็บเพจที่ใช้ในการเรียนแบบร่วมมือ การทำงานกลุ่ม อำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น

4.4 เว็บเพจตอบปัญหา ในเว็บเพจกิจกรรม อาจารย์กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งปัญหาส่งมาถึงผู้สอนทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านเว็บกิจกรรม

4.5 เว็บเพจผลงานนักเรียน เป็นเว็บเพจนำเสนอผลงานของนักเรียน ผลงานรายบุคคล และผลงานกลุ่ม แล้วนำเสนอผลงาน ซึ่งจะเชื่อมโยงเข้ามาในเว็บเพจผลงานนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้อ่าน และส่งข้อคิดให้ข้อมูลป้อนกลับไปยังเจ้าของทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

4.6 เว็บเพจสรุปบทเรียน เสนอเนื้อหาสรุปประจำหน่วย ทบทวนความรู้เพื่อให้จดจำ

4.7 เว็บเพจเรียนเสริม เสนอเนื้อหาความรู้ ปรับพื้นฐานความรู้ หรือเสนอความรู้เพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการเรียนหน่วยใหม่

5. เว็บเพจทรัพยากรการเรียนรู้ (Learning Resources)

เป็นเว็บเพจที่เสนอแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ บทความ ข่าวสาร รายชื่อหนังสือ บทความวารสาร สื่อสิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ วิดีทัศน์ แฟ้มข้อมูล ห้องสมุด รวมทั้งเว็บไซต์ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนในวิชานั้นๆ พร้อมทั้งสร้างการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลนั้นด้วย

6. เว็บเพจประเมินผล (Evaluation)

เว็บเพจประเมินผล ประกอบด้วย

6.1 เว็บเพจแบบฝึกหัด เป็นเว็บเพจที่ผู้เรียนทำด้วยตนเอง และมีคำตอบให้ผู้เรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง

6.2 เว็บเพจแบบทดสอบสำหรับทดสอบความรู้ย่อย ผู้เรียนทำข้อสอบทางเว็บเพจ และส่งคำตอบถึงอาจารย์ทางอินเทอร์เน็ต และเก็บผลการเรียนไว้ในประวัติส่วนตัวของผู้เรียนในเว็บเพจประวัติส่วนตัวของนักเรียน ส่วนการประเมินผลรวบยอดควรทำในห้องเรียน

6.3 เว็บเพจประเมินการสอน เป็นการสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต ปัญหาการเรียนและประเมินวิธีการสอนของอาจารย์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับแก้ไข ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต แล้วส่งให้ผู้สอนทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

7. เว็บเพจประวัติ (Profile)

เป็นเว็บเพจที่แสดงประวัติบุคคล 3 กลุ่ม คือ ผู้สอน ผู้สนับสนุน และนักศึกษา ดังนี้

7.1 ประวัติอาจารย์ผู้สอน แสดงตำแหน่ง วุฒิการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงานการสอน หรือความรับผิดชอบที่ทำอยู่ในปัจจุบัน ผลงานทางวิชาการ ความรู้ ความเชี่ยวชาญ และความสามารถพิเศษ และที่สำคัญ คือ สถานที่ทำงาน โทรศัพท์ วัน เวลาที่ติดต่อได้ที่ห้องทำงาน ติดต่อกทางอินเทอร์เน็ต สถานที่อยู่ และชื่อไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E – Mail Address)

7.2 ผู้สนับสนุน ประกอบด้วย

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเปรียบเสมือนกับวิทยากรที่เชิญมาร่วมให้ความรู้ทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะช่วยในการตอบปัญหาทางวิชาการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการอภิปรายกลุ่มการสนทนา และการให้ความรู้

2) ผู้ช่วยสอน ทำหน้าที่ช่วยหาข้อมูลประกอบการสอน ค้นหาแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ ช่วยสร้างเว็บเพจ ประสานงาน ติดตามงานจากผู้เรียน ตรวจสอบนักเรียน และช่วยหาคำตอบเท่าที่ทำได้ แต่จะไม่ทำหน้าที่ประเมินผลการเรียน

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเว็บไซต์และโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต เป็นผู้ให้ความช่วยเหลืออาจารย์ผู้สอนในการสร้างเว็บเพจ และแนะนำการใช้โปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต

7.3 ประวัตินักเรียน เป็นเว็บเพจที่แสดงเกี่ยวกับสาขาวิชา โปรแกรมการศึกษา ชั้นปี กิจกรรมที่ทำอยู่ ผลงานดีเด่น ความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ ความสนใจ เวลาว่างที่สามารถติดต่อได้ทางอินเทอร์เน็ต สถานที่อยู่ โทรศัพท์ และชื่อไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail address) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงให้นักเรียนอื่นอ่านได้ ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับคะแนนสอบย่อย ข้อมูลป้อนกลับที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนและปรับปรุงพฤติกรรมเรียนและผลการสอบ เป็นส่วนของข้อมูลลับเฉพาะของนักเรียนแต่ละบุคคลซึ่งต้องใช้รหัสผ่านจึงอ่านได้

4.6 คุณภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา

เครือข่ายเวิลด์ ไวด์ เว็บ ในปัจจุบันได้แพร่กระจายและเติบโตอย่างรวดเร็ว เว็บเพจเป็นแหล่งข้อมูลในการค้นคว้าทั้งของครูและนักเรียนในด้านต่างๆ โดยเว็บเพจที่มีอยู่ในขณะนี้ พบว่า มีจำนวนมากที่มีทั้งคุณประโยชน์และไร้ประโยชน์ ดังนั้น เว็บเพจที่มีคุณภาพควรมีลักษณะ ดังนี้ (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า. 2542 : 97)

1. จุดประสงค์ (Aim) เว็บไซต์แต่ละเว็บไซต่นั้น จะมีจุดประสงค์ในการสร้างที่ต่างกัน เช่น สร้างขึ้นเพื่อเสนอข้อมูลข่าวสาร เพื่อการประชาสัมพันธ์ เพื่อการทดลอง ซึ่งเป็นเรื่องยากที่จะชี้ให้ชัดเจนถึงคุณค่าของเว็บเหล่านั้น สิ่งสำคัญอยู่ที่เว็บต่างๆเหล่านั้นได้มีการอธิบาย และมีทิศทางที่ชัดเจนในส่วนของหัวเรื่อง (Title) จะเป็นสิ่งที่สะท้อนเรื่องราวภายในเว็บนั้นๆ ได้ตามสมควร

2. ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) เว็บเพจจำนวนมากขาดความถูกต้องและแม่นยำในเรื่องของการตรวจสอบคำผิด ดังนั้น คำหรือข้อความที่ถูกต้องจะทำให้เกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้อย่างไม่ผิดพลาด

3. ความน่าเชื่อถือ และเชี่ยวชาญ (Authority) ในการประเมินคุณค่าหนังสือ เราจะดูว่าหนังสือเล่มนั้นใครเป็นผู้แต่ง เช่นเดียวกับเว็บเพจ ความน่าเชื่อถือส่วนหนึ่งมาจากผู้เขียน หรือทีมงานในการสร้างเว็บ

4. ช่วงระยะเวลาที่แพร่กระจาย (Currency) ในแต่ละเว็บเพจควรมีการบอกว่าเริ่มสร้างตั้งแต่เมื่อใด ปรับปรุงครั้งสุดท้ายเมื่อใด ซึ่งตามปกติแล้ว เว็บเพจจะต้องมีการปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

5. ความลึกซึ้งของเนื้อหา (Depth) ความแตกต่างของเว็บเพจกับหนังสือ ก็คือ เราไม่สามารถสร้างเว็บให้มีความละเอียดและลึกซึ้งได้เท่ากับหนังสือ ส่วนมากจะได้แค่นำเสนอข้อมูลข่าวสารได้ไม่มากนัก แต่สิ่งที่เว็บสามารถทำได้ คือ ลักษณะของการเสนอแนะในเรื่องเทคนิค วิธีการ เรื่องของภาพ และเสียงที่สามารถทำให้ผู้ชมตื่นตาตื่นใจได้ อีกทั้งยังสามารถที่จะดาวน์โหลดโปรแกรม ภาพ เสียง และอื่นๆ ที่เราสนใจจากเว็บอื่นได้

6. การออกแบบ (Design) การออกแบบเว็บเพจจะต้องง่ายต่อการอ่าน พยายามหลีกเลี่ยงตัวอักษร และข้อความที่มืดทึบ และใกล้เคียงกับพื้นหลัง ความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูล ซึ่งในการออกแบบหากมีภาพกราฟฟิก ควรใช้ภาพแบบ Small Image

7. ความทันสมัยทันเหตุการณ์ (Regularity of update) ควรจะมีการเสนอข้อมูลข่าวสารที่ทันสมัยทันต่อเหตุการณ์ และความเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

ดังนั้น ในการพัฒนาเว็บเพจ ผู้ที่จะพัฒนาเว็บเพจควรคำนึงถึงคุณลักษณะที่เหมาะสมและคุณภาพของเว็บเพจ เพื่อจะได้สร้างเว็บเพจอย่างถูกต้องและเป็นเว็บเพจที่มีคุณค่าและมีประโยชน์

4.7 การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา

การพัฒนาเว็บเพจเพื่อใช้ในการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ควรวางแผนก่อนเสมอ โดยการเขียนสคริปต์ (Script) หรือสตอรี่บอร์ด (Story Board) เพื่อแสดงการเชื่อมโยงของข้อมูล และไม่ให้เกิดการสับสนในการสร้างหรือปรับปรุงข้อมูล ดังที่ ครรชิต มัลลียวงศ์ (เอนก ประดิษฐ์พงษ์. 2545 : 24-26 ; อ้างอิงจาก ครรชิต มัลลียวงศ์. 2543) ได้กล่าวถึงหลักการพัฒนาเว็บเพจแบ่งได้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผนการพัฒนาเว็บเพจ

การเตรียมวางแผนก่อนพัฒนาเว็บเพจถือเป็นหัวใจสำคัญมาก เพราะในขณะที่สร้างเว็บเพจจะมีเอกสารเว็บเพจเพิ่มจำนวนอยู่เรื่อยๆ และมีจุดเชื่อมโยงจำนวนมาก หากไม่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า จะทำให้การแก้ไขและปรับปรุงข้อมูลเป็นไปโดยลำบาก วิธีการที่ดีที่สุด ควรออกแบบหน้าเว็บเพจบนกระดาษและกำหนดชื่อไฟล์ของหน้าเว็บเพจแต่ละหน้าให้เรียบร้อย โดยอาจออกแบบเว็บเพจแบบเชิงเส้น แบบลำดับขั้น หรือแบบผสมก็ได้

2. สร้างไดเรกทอรี (Directory) และไดเรกทอรีย่อย (Sub - Directory)

สร้างไดเรกทอรี และไดเรกทอรีย่อยที่เกี่ยวข้องเพื่อสำหรับเก็บไฟล์ HTML และไฟล์รูปภาพ ตลอดจนไฟล์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง ควรสร้างไดเรกทอรีย่อยในไดรฟ์ C : และถัดจาก Root Directory

3. สร้างภาพหรือจัดหาภาพ

ทำการสร้างภาพหรือจัดหาภาพที่เกี่ยวข้อง แล้วนำภาพมาเก็บไว้ในไดเรกทอรีที่เตรียมไว้ ซึ่งรูปภาพถือเป็นสื่อสำคัญในการนำเสนอนอกจากตัวอักษร ดังนั้น การเตรียมภาพเพื่อนำมาใช้ในเว็บเพจอาจทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างภาพด้วยโปรแกรม Photoshop, Corel Paint, Paint Shop เป็นต้น การนำภาพสำเร็จจากคลิปปอร์ตมาใช้งาน หรือการนำภาพจากเว็บเพจอื่นๆมาใช้ ซึ่งรูปภาพที่นำมาจากเว็บเพจจะมี

นามสกุลเป็น .GIF หรือ .JPG ซึ่งมีเทคนิคการสร้างและจัดการเกี่ยวกับภาพแตกต่างไปจากการสร้างภาพเพื่องานสิ่งพิมพ์ (DTP–Desk Top Publishing) ทัวไป

4. สร้างไฟล์ HTML

การสร้างไฟล์ HTML สามารถเลือกกระทำได้หลายวิธี แต่พื้นฐานโดยทั่วไปนั้นจะเริ่มต้นด้วยโปรแกรม Note Pad ซึ่งเป็นโปรแกรมมาตรฐานที่มีมาพร้อมกับ Windows ทุกรุ่น จึงควรทำความเข้าใจกับชุดคำสั่ง HTML ให้ดียิ่งขึ้น จากนั้นจึงสามารถพัฒนาเว็บเพจด้วยวิธีอื่นๆ ได้ง่ายและสะดวกขึ้น

5. กำหนดชื่อไฟล์ HTML

กำหนดชื่อไฟล์ HTML ตามข้อกำหนดของผู้ดูแลเว็บนั้นๆ ซึ่งการจัดเก็บเอกสาร HTML เป็นไฟล์ HTML จะต้องกำหนดนามสกุลไฟล์ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดของผู้ดูแลเว็บหรือผู้ดูแลเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เพราะส่วนขยายหรือนามสกุลของไฟล์ HTML มี 2 แบบ คือ .htm กับ .html ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแต่ละเครื่องจะถูกกำหนดให้รู้ส่วนขยายแตกต่างกัน หากกำหนดผิดก็ไม่สามารถแสดงผลเอกสารเว็บได้ ดังนั้น ผู้พัฒนาเว็บก่อนพัฒนาเว็บเพจ จึงควรติดต่อกับผู้ดูแลเว็บเพจ และสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนขยายของไฟล์ด้วยเสมอ นอกจากนี้ การตั้งชื่อไฟล์ไม่ควรใช้ชื่อภาษาไทย เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เป็นระบบยูนิกซ์ไม่สามารถรับชื่อภาษาไทยได้

ข้อแนะนำในการตั้งชื่อไฟล์ และส่วนขยาย ควรใช้อักษร A – Z เป็นตัวพิมพ์เล็ก (a – z) เพราะคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เป็นระบบยูนิกซ์จะเห็นตัวอักษรพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็กเป็นคนละตัวกัน ขณะที่วินโดวส์ไม่สนใจในจุดนี้ แต่เป็นจุดที่ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเรียกดูเว็บเพจค่อนข้างสูงมาก

6. ตรวจสอบผลการนำเสนอเว็บเพจและแก้ไข

ตรวจสอบผลการนำเสนอเว็บเพจและแก้ไข ขณะลงรหัสเว็บเพจควรตรวจสอบผลผ่านบราวเซอร์อยู่เสมอเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง ซึ่งการตรวจสอบผลเว็บเพจสามารถใช้โปรแกรมเนสเคป (Netscape) และหากต้องการเผยแพร่ออกสู่ระบบอินเทอร์เน็ตควรตรวจสอบผลการนำเสนอบนบราวเซอร์หลายๆ ตัวเพราะบราวเซอร์แต่ละตัวจะรู้จักชุดคำสั่งไม่เท่ากัน จะได้ทราบข้อผิดพลาดและแก้ไขได้ทัน

7. ส่งข้อมูลขึ้นไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server)

เมื่อพัฒนาเว็บเพจเรียบร้อยแล้ว ก็นำขึ้นไปไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยอาศัยโปรแกรม Win Ftp หรือ Cute Ftp โดยผู้พัฒนาจะต้องมีสิทธิ์ในการอัปโหลดข้อมูลและต้องสอบถามผู้ดูแลเว็บ (Web Administrator) ว่าให้ส่งข้อมูลไปไว้ในไดเรกทอรีอะไรของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายชื่ออะไรก่อนเสมอ

8. ตรวจสอบผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

เมื่อทำการอัปโหลดข้อมูลเสร็จแล้ว ก็สามารถตรวจสอบข้อมูลโดยจะต้องทราบว่า URL ในการเรียกดูคืออะไร อาจจะสามารถจากผู้ดูแลระบบ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเนื้อหาสาระ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1)ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2)ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3)ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4) ทฤษฎีอะตอมของโบร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5)ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6)คุณสมบัติของสาร มาพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยพัฒนาในลักษณะเว็บเพจแบบผสม(Combination) ซึ่งมีการจัดหน้าเว็บเพจผสมระหว่างแบบลำดับขั้นและแบบเชิงเส้น โดยมีองค์ประกอบของเว็บเพจ คือ หน้าโฮมเพจ เว็บเพจประมวลรายวิชา เว็บเพจเนื้อหาความรู้ เว็บเพจทรัพยากร

การเรียนรู้ เว็บเพจแบบฝึกหัด เว็บเพจแบบทดสอบ และเว็บเพจประวัติอาจารย์ผู้สอน ลักษณะการออกแบบจะ เน้นจุดสนใจที่ชัดเจน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้ การนำเสนอข้อมูล ถูกต้องตรงประเด็น ไม่เกิดการสับสน เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพและเกิด ประโยชน์มากที่สุด

5. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

5.1 ความหมายผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในปัจจุบันกรมวิชาการได้ใช้คำว่า ผลการ เรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ไพศาล หวังวานิช (2526 : 30-31) กล่าวว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้เป็นพฤติกรรมหรือความ สามารถที่เป็นผลการเรียนของการเรียนการสอน เป็นคุณลักษณะของผู้เรียนที่พัฒนางอกงามขึ้นมาจากการ ฝึกอบรมสั่งสอนโดยตรง

ธงชัย ชิวประภา ณรงค์ชัย รูปพนม และปรีชา เดชศรี (2526 : 238) ได้กล่าวถึง ผลการเรียนรู้ด้าน ความรู้ หมายถึง ความรู้ ความสามารถของนักเรียนในการเรียน

อารมณั เพชรรัตน์ (2527: 46) กล่าวว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจาก การเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ซึ่งประกอบ ด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่างๆ

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง ผลของความสามารถทาง ด้านสมองที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม

5.2 กรอบพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้

การที่จะวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ได้นั้นต้องมีการ กำหนดกรอบพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ดังที่ณัฐพงศ์ เจริญพิทย์ (2542 : 46-49) ได้กล่าวไว้ว่า ในปัจจุบันวงการวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้ออกเป็น 4 ด้าน คือ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการ เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยมี รายละเอียดของพฤติกรรมแต่ละด้าน ดังนี้

1. ความรู้ – ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยาม ศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวความคิดที่สำคัญๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สามารถจำแนก ได้ดังนี้

- 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 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ หรือแนวคิดที่สำคัญ (Theories or Major Conceptual Schemes)

นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความ หรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้าง ข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งกว่าความรู้ความจำ จำแนกได้ ดังนี้

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 อธิบายชี้แจง จำแนก ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิ และแผนภาพได้

3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ คือ

3.1 การสังเกตและการวัด (Observing and Measuring)

- สังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่างๆ
- การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
- การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ
- การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้อง

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

- การมองเห็นปัญหา
- การตั้งสมมติฐาน
- การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐาน
- การออกแบบกระบวนการทดลองที่เหมาะสม

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Formulating Generalizations)

- การจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- การเสนอข้อมูลต่างๆ ในรูปของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชัน
- การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกต
- การขยายความและการตีความ

- การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- การสรุปความสัมพันธ์ที่พบ

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่างๆ (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 ซึ่งสามารถจำแนกพฤติกรรมย่อยๆ ได้ดังนี้

- 4.1 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
- 4.2 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน
- 4.3 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ นอกจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนแบ่งเป็น 2 ประเด็น ดังนี้ 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 2) ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ได้คะแนนร้อยละ 70) ซึ่งค่าร้อยละที่ใช้กำหนดเป็นเกณฑ์ในระดับดี ได้จากผลการวิจัยนำร่องโดยการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาและแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 9 คนและ 15 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 70.33 และ 72.89 ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำค่าดังกล่าวไปกำหนดเกณฑ์ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนในระดับดี โดยมีคะแนนร้อยละ 70

6. ผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ จะเกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ชอบเรียนวิทยาศาสตร์ มีความเพลิดเพลินในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเจตคติด้านจิตพิสัย โดยเจตคติและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะมีความหมายทำนองเดียวกัน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

เชดคักดี โฆวาสินธุ์ (2520 : 38) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรม หรือแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นทิศทางในทางบวกหรือทางลบก็ได้

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2522 : 12) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ท่าทีความคิดเห็น ความรู้สึกเอนเอียงทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ภายหลังจากการที่บุคคลได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้นๆ พฤติกรรมในลักษณะนี้ไม่อาจสามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสังเกตและวัดได้จากพฤติกรรมที่บุคคลนั้นแสดงออกต่อสิ่งนั้น

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526 : 3) กล่าวว่า เจตคติเป็นความคิดเห็น ซึ่งมียารมณ์เป็นส่วนประกอบ และพร้อมที่จะมีปฏิกิริยาเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งต่อสถานการณ์ภายนอก

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ เป็นผลมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ โดยพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นจะเป็นไปในทางบวกหรือทางลบก็ได้

6.2 การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118 – 127) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับ อารมณ์ ความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งการวัดผลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นการวัดผลพฤติกรรมที่แสดงออกตามความเป็นจริง (Typical Performance) ไม่ใช่เป็นการวัดความสามารถสูงสุดที่มีอยู่ (Maximum Performance) อันเป็นจุดเน้นตามปกติของการวัดความรู้ความสามารถ ลักษณะคำตอบของการวัดผลด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะเป็นแบบแผนของพฤติกรรม ซึ่งบ่งชี้ว่าบุคคลนั้นมีการแสดงออกไปในทิศทางใด สนับสนุน วางเฉย หรือคัดค้าน หรือแสดงออกในระดับใด มาก ปานกลาง น้อย ฯลฯ ลักษณะโดยภาพรวมของเครื่องมือประเภทนี้จัดอยู่ในรูปมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales)

ในการสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องกำหนดขอบเขตของส่วนที่เป็น “เป้าหมาย” ของ “เจตคติต่อ.....” นั้นเสียก่อน ซึ่งเป็นหน้าที่ที่ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องเป็นผู้กำหนด นอกจากการกำหนด “เป้าหมาย” ให้ชัดเจนแล้ว ผู้สร้างเครื่องมือควรต้องกำหนดโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติ ซึ่งในส่วนนี้ของโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติ มีรายละเอียดที่แตกต่างกันไปสุดแต่จะใช้กรอบความคิดใดเป็นแหล่งอ้างอิง ดังเช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอกรอบความคิดเกี่ยวกับเจตคติ ไว้ดังนี้

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
3. เห็นคุณค่า และประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากกรอบความคิดดังกล่าว ทั้ง 9 ข้อ จะเห็นได้ว่าเป็นการจัดเรียงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้นึกคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมข้อ 1 - 4
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยอีก 2 ส่วน คือ
 - 2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมข้อ 5 - 7
 - 2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ประกอบด้วยพฤติกรรมข้อ 8 - 9

ผู้สร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สามารถนำกรอบความคิดข้างต้นไปเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือตามรูปแบบต่างๆ ได้ตามความเหมาะสม โดยปรับประเด็น "ต่อวิทยาศาสตร์" ให้เข้ากับเฉพาะเจาะจงของสาระทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของการวัดผลในแต่ละกรณี

สำหรับเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่เป็นแบบฉบับทั่วไป เป็นเครื่องมือตามรูปแบบของมาตราส่วนประมาณค่า เครื่องมือแบบนี้ที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไป มี 3 วิธี คือ 1) วิธีของเธอร์สโตน 2) วิธีของลิเคิร์ต (Likert) และ 3) วิธีของออสกู๊ด (Osgood)

ทางปฏิบัติเมื่อผู้สร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ทราบโครงสร้าง หรือ พฤติกรรมบ่งชี้ของเจตคติที่จะศึกษาแล้วก็สามารถนำโครงสร้างหรือพฤติกรรมบ่งชี้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องมือตามวิธีใดวิธีหนึ่งได้ตามความเหมาะสม แต่ในปัจจุบันเครื่องมือวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) เป็นที่นิยมมากเพราะสร้างง่าย ใช้สะดวก ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นทั้งทางบวกและทางลบในลักษณะที่เทียบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า นอกจากนี้เครื่องมือวัดเจตคติตามแนวของลิเคิร์ตยังสามารถดัดแปลงเพื่อวัดลักษณะทางจิตพิสัยอื่นๆ เช่น ความสนใจ แรงจูงใจ พฤติกรรมทางสังคม ฯลฯ ได้อย่างกว้างขวาง

การสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert)

การสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามวิธีของลิเคิร์ต มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าเชิงประมวล (Summated Rating Scale) มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. สร้างข้อความที่เกี่ยวกับการแสดงเจตคติที่ต้องการศึกษาให้มากพอ และครบถ้วนครอบคลุมลักษณะข้อความจะเป็นทางบวกหรือนิมิต (Positive) และทางลบหรือนิเสธ (Negative) เท่านั้น ข้อความกลางๆ จะไม่นำมาใช้ในการสร้าง การสร้างข้อความมีแนวปฏิบัติ ดังนี้

- 1.1 เป็นข้อความสั้นๆ มีความเป็นปรนัย ชัดเจน มีความหมายแน่นอน ไม่คลุมเครือ
- 1.2 ควรเป็นข้อความที่เป็นปัจจุบัน
- 1.3 ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
- 1.4 ไม่ควรใช้ข้อความที่มีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย
- 1.5 หลีกเลี่ยงข้อความที่ถามข้อเท็จจริง (Fact) ของเรื่องนั้นๆ เพราะจะกลายเป็นการถามข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็น

- 1.6 เน้นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไป เช่น "ฉันได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์" ซึ่งแตกต่างกับข้อความทั่วไปว่า "กิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์มีประโยชน์"

- 1.7 ข้อความควรครอบคลุมเรื่องที่ศึกษา

2. กำหนดมาตรวัดคำตอบของข้อความแต่ละข้อความ ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยเป็น 5 ระดับ คือ

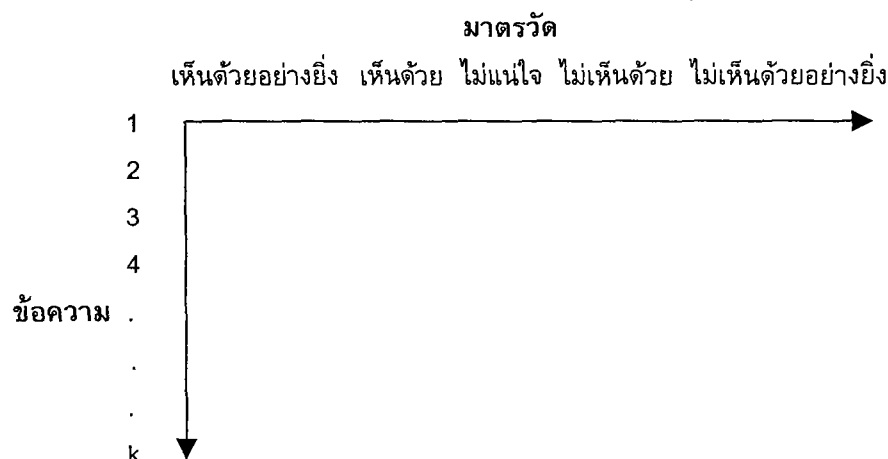
- 2.1 เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Agree)
- 2.2 เห็นด้วย (Agree)
- 2.3 ไม่แน่ใจ (Uncertain)
- 2.4 ไม่เห็นด้วย (Disagree)
- 2.5 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)

3. กำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงคะแนนตามค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น

ทิศทางของข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
ข้อความเชิงนิมิต	5	4	3	2	1
ข้อความเชิงนิเสธ	1	2	3	4	5

4. นำข้อความและมาตรวัดมาจัดเป็นแบบวัดเจตคติตามรูปแบบตาราง 2 มิติ ดังนี้



5. นำไปทดลองใช้เพื่อให้ผู้ตอบตอบความรู้สึกที่แท้จริงและตรงกับความเห็นของผู้ตอบมากที่สุด ไม่คำนึงถึงความถูกต้องหรือข้อเท็จจริง กลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้ควรมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้จริง โดยมีจำนวนผู้ตอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของข้อความ

6. นำคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนมาให้คะแนน โดยพิจารณาอย่างระมัดระวังว่าทิศทางของข้อความใดเป็นนิมิตหรือนิเสธ เนื่องจากคะแนนจะสวนทางหักล้างกัน คะแนนเจตคติของผู้ตอบแต่ละคนได้จากการรวมคะแนนของแต่ละข้อจนครบทุกข้อ

7. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละข้อความ เพื่อให้ได้ข้อความที่สามารถแยกผู้ตอบที่มีเจตคติสูงออกจากผู้ที่มีเจตคติต่ำ

8. เลือกข้อความที่มีอำนาจจำแนกมาใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ(แบบทดสอบฉบับร่าง)โดยมีจำนวนข้อความเชิงนิมิตและเชิงนิเสธพอๆ กัน

9. นำแบบทดสอบฉบับร่างไปหาค่าความเชื่อมั่นหรือค่าความเที่ยง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้สึกรู้สึก 2) ด้าน การแสดงออก และ 3) ด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา วัดโดย ใช้แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 4 3 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ตโดยดัดแปลงจากแบบสอบถามวัดเจตคติของ ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 144 – 146)

7. การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

7.1 ความหมายการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ผลงานทางวิทยาศาสตร์เป็นผลงานที่เกิดจากการค้นคว้าหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ แหล่งข้อมูล หรือการปฏิบัติการทดลอง แล้วนำความรู้ที่ได้มา สรุปเพื่อจัดกระทำข้อมูล โดยอาศัยทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นนำเสนอผลงานทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ยงยุทธ ยุทธวงศ์ (2527 : 19) กล่าวว่า การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญของการ ศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เพราะวิชาวิทยาศาสตร์นี้ไม่สามารถจะอยู่ได้ลอยๆ โดยตัวของมันเอง ต้อง มีการสื่อสาร การถ่ายทอด และสั่งสมความรู้ความเข้าใจต่างๆ ซึ่งนำเสนอได้หลายรูปแบบ

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2537 : 110) กล่าวว่า การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นการ แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการทำงาน ตลอดจนผลงานที่ได้ยังสามารถทำให้บุคคลนั้นมีความรู้และได้รับ ประโยชน์ โดยนำเสนอได้หลายรูปแบบทั้งการจัดนิทรรศการ การบรรยายภายในกลุ่ม การเขียนบรรยาย เป็นต้น

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญในการ ศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงให้เห็นถึงความคิด ความพยายามในการทำงาน ซึ่งทำให้นักคนนั้นมี ความรู้ และได้รับประโยชน์ การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายรูปแบบและมีความ สัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากจะต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น พื้นฐานในการนำเสนอผลงาน

7.2 ความสัมพันธ์ของการนำเสนอผลงานกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1) ความหมายทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ มีความเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการนำเสนอผลงานที่ดีเป็นการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่าง ชัดเจนและรวดเร็ว ดังนั้น ในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์จึงสัมพันธ์กับทักษะการจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูล ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 191) กล่าวว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลมาจัดกระทำใหม่ เช่น จัดเรียงใหม่ จัดทำเป็นตาราง จำแนกประเภทหมวดหมู่ แล้วจึงเลือกสื่อ หรือรูปแบบที่จะถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ชัดเจน แม่นยำ และกระชับรัด

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชคุปต์ (2532 : 6) กล่าวว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม เป็นต้น

เอสเลอร์ และ เอสเลอร์ (สุรศักดิ์ แพรดำ. 2544 : 211 ; อ้างอิงจาก Esler and Esler. 1985) กล่าวว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นความสามารถในการบรรยายหรือนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟ รูปภาพ เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจ

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และแหล่งข้อมูลอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่โดยจัดกระทำในรูปตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม หรือการเขียนบรรยาย เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจยิ่งขึ้น

2) รูปแบบการสื่อความหมายข้อมูล

การสื่อความหมายข้อมูล สามารถจัดกระทำได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล ดังนี้ สุรศักดิ์ แพรดำ (2544 : 212-224) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. การสื่อความหมายโดยการพูดหรือเขียนบรรยาย เป็นการบรรยายภาพ หรือเหตุการณ์ด้วยคำพูดหรือภาษาที่กระชับ ชัดเจนและเป็นที่น่าสนใจตรงกัน

2. การสื่อความหมายโดยแผนภาพ เป็นการเขียนแผนภาพที่ใช้ประกอบคำอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ที่สำคัญที่ต้องการแสดง โดยไม่ต้องเขียนรายละเอียดลงไปในแผนภาพ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ภาพองค์ประกอบต่างๆ ที่แสดงไม่จำเป็นต้องเป็นภาพเหมือน อาจใช้สัญลักษณ์หรือรูปง่ายๆ แทนได้

3. การสื่อความหมายโดยใช้ตาราง เป็นการจัดข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ หรือจำแนกประเภท ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ ช่วยในการเปรียบเทียบข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว โดยสามารถจัดกระทำในรูปแบบตารางทางเดียว ตารางสองทาง หรือตารางหลายทางก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล

4. การสื่อความหมายโดยใช้กราฟ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีต่อเนื่องกัน ซึ่งช่วยให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และสามารถบอกแนวโน้มของข้อมูลต่างๆ ได้ดี โดยจัดกระทำในรูปแบบกราฟเส้นตรง หรือกราฟเส้นโค้ง ตามความเหมาะสมของข้อมูล

5. การสื่อความหมายโดยใช้แผนภูมิ เป็นการสื่อความหมายโดยการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง โดยจัดกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น แผนภูมิภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงจักร และแผนภูมิวงกลม

6. การสื่อความหมายโดยใช้สมการ เป็นการสื่อความหมายโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงผลสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปร ซึ่งเป็นวิธีการที่สั้น กระชับ เทียบตรง และครอบคลุม

การสื่อความหมายข้อมูล สามารถจัดกระทำได้หลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลและจุดมุ่งหมายของการสื่อความหมาย โดยต้องคำนึงถึงความถูกต้อง สมบูรณ์ แม่นยำ ความชัดเจน ไม่กำกวมและมีความกระชับ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบการทำแผนที่ความคิด ซึ่งเป็นการสื่อความหมายของข้อมูลในลักษณะความคิดแบบองค์รวม

7.3 ความสัมพันธ์ของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับแผนที่ความคิด

1) ความหมายแผนที่ความคิด

การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบแผนที่ความคิด (Mind Mapping) เป็นการนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้ ค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ในลักษณะความคิดแบบองค์รวม โดยมีความหมายเดียวกันกับ แผนภูมิโน้ตส์ แผนภูมิโนติ ความคิดรวบยอด มโนภาพ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า แผนที่ความคิด โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

นวลจิต เชาวศิริพิงศ์ (2537 : 22) กล่าวว่า แผนที่ความคิด หมายถึง การสรุปคุณลักษณะ หรือสมบัติร่วมที่สำคัญของวัตถุสิ่งของ เหตุการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือความคิดอันเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งเหล่านั้น โดยแสดงออกมาทางภาษาหรือถ้อยคำที่เป็นนามธรรม

มนัส บุญประกอบ (2543 : 21-22) กล่าวว่า แผนที่ความคิด หมายถึง แผนภูมิหรือแผนภาพอย่างง่ายที่แสดงการเชื่อมโยงด้วยเส้นและคำ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำโน้ตส์ (Concepts) ระดับต่างๆ

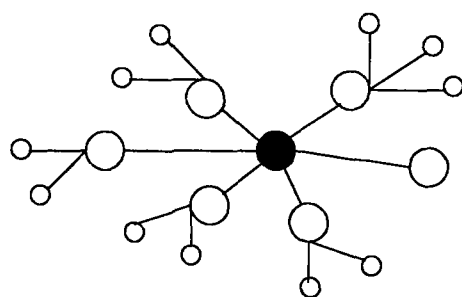
ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545 : 112) กล่าวว่า แผนที่ความคิด หมายถึง กระบวนการคิดในรูปแบบภาพความคิดที่มีหัวเรื่องที่จะคิดอยู่ตรงกลาง และมีความคิดในเรื่องย่อย รายละเอียดต่างๆ แตกสาขาออกไป ซึ่งจะช่วยให้การคิดคล่องขึ้นและมีความหมายมากยิ่งขึ้น

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า แผนที่ความคิด หมายถึง การสรุปคุณลักษณะ หรือสมบัติร่วมที่สำคัญของวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ หรือความคิด โดยจัดกระทำในรูปแผนภูมิ หรือแผนภาพ ที่แสดงการเชื่อมโยงด้วยเส้นและคำเพื่อแสดงความสัมพันธ์

2) ประเภทของแผนที่ความคิด

แผนที่ความคิดจำแนกได้ 5 ประเภท ดังนี้ (มนัส บุญประกอบ. 2543 : 23-24)

1. ชนิดกระจายออก มีลักษณะการเชื่อมโยงกระจายออกไปโดยรอบทิศจากจุดกลาง เพื่อเชื่อมต่อกับมโนทัศน์ย่อยอื่น

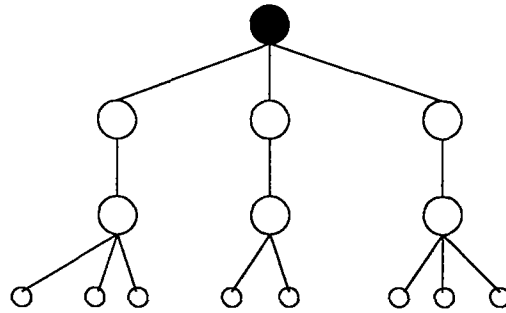


● , ○ ปุ่มปม แทนมโนทัศน์

ภาพประกอบ 19 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดกระจายออก

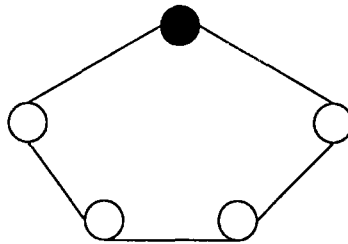
ที่มา : มนัส บุญประกอบ. (2543). พฤติกรรมศาสตร์ : 23.

2. ชนิดปลายเปิด เป็นการเชื่อมโยงกลุ่มโน้ตส์ต่างๆ ที่ลดหลั่นกันลงไปตามลำดับความสำคัญของโน้ตส์



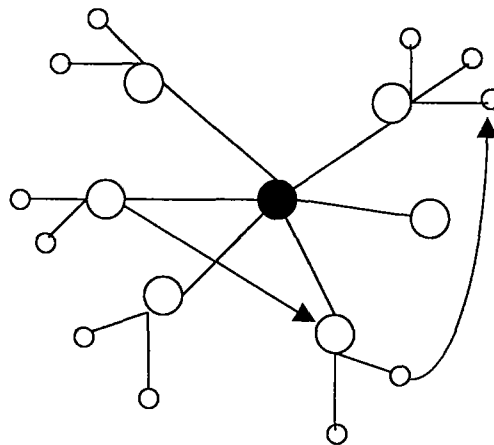
ภาพประกอบ 20 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดปลายเปิด
ที่มา : มนัส บุญประกอบ. (2543). พฤติกรรมศาสตร์ : 23.

3. ชนิดปลายปิด มีลักษณะเป็นวงจรมีได้แก่ วัฏจักรของน้ำตามธรรมชาติ



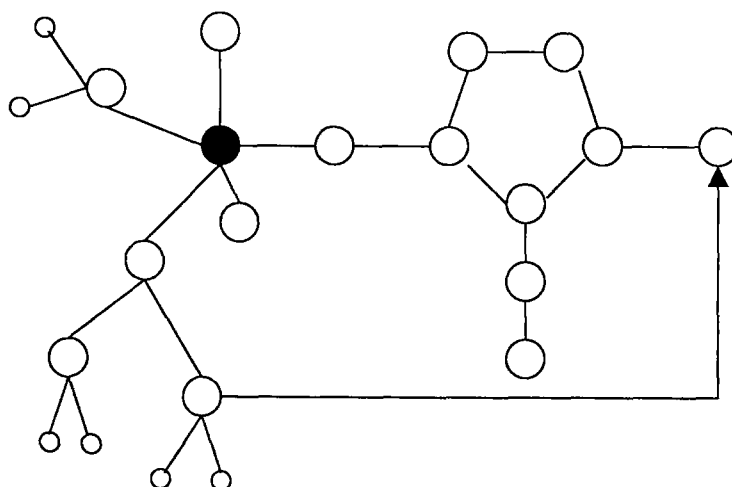
ภาพประกอบ 21 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดปลายปิด
ที่มา : มนัส บุญประกอบ. (2543). พฤติกรรมศาสตร์ : 23.

4. ชนิดเชื่อมโยงข้ามชุด เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคำโน้ตส์ซึ่งอยู่ต่างกลุ่มหรือต่างระดับกัน และมักใช้หัวลูกศรกำกับทิศทาง



ภาพประกอบ 22 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดเชื่อมโยงข้ามชุด
ที่มา : มนัส บุญประกอบ. (2543). พฤติกรรมศาสตร์ : 24.

5. ชนิดผสม เป็นแผนที่ความคิดที่นำแผนที่ความคิดลักษณะอื่นมาเขียนปนกันมากกว่า
หนึ่งรูปแบบ



ภาพประกอบ 23 แสดงโครงสร้างแผนที่ความคิดชนิดผสม

ที่มา : มนัส บุญประกอบ. (2543). พฤติกรรมศาสตร์ : 24.

แผนที่ความคิดแต่ละประเภทจะมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน ดังนั้น ในการสร้างแผนที่ความคิด สามารถสร้างโดยใช้ความคิดอย่างอิสระ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับการจัดลำดับคำโน้ต การใช้เส้นและคำเชื่อมที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของเรื่องที่น่ามาสร้าง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้เรียนสามารถนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดในรูปแบบใดแบบหนึ่งได้ตามความเหมาะสมจากเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร จบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

3) ประโยชน์ของแผนที่ความคิด

มนัส บุญประกอบ (2533 : 26-27) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนที่ความคิด ไว้หลายประการ ดังนี้

1. ใช้เพื่อการวางแผนเตรียมการ เช่น การจัดทำหลักสูตร การเขียนตำราวิชาการ เนื่องจากแผนที่ความคิดจะแสดงให้เห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว แสดงให้เห็นลำดับความสัมพันธ์ที่ลดหลั่นกันลงมาของกลุ่มมโนทัศน์ที่ต้องการจะถ่ายทอดให้ทราบ และอาจแสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้ามชุดระหว่างมโนทัศน์ต่างเหล่านั้น

2. ใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัยทางการศึกษา เช่น โจเซฟ ดี โนแวก และดี บ็อบ โกวิน ได้ใช้แผนภูมิโน้ตเป็นเครื่องมือสำคัญเพื่อการศึกษาและวิจัยการเรียนรู้ในห้องเรียนของเด็กนักเรียนระดับชั้นอนุบาลถึงอุดมศึกษา

3. ใช้เป็นเสมือนแผนที่แสดงเส้นทางการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

4. ใช้สรุปบทเรียนหรือสรุปความหมายเชิงมโนทัศน์ที่ได้รับจากการอ่านตำราเรียน บทความ ในหนังสือ วารสาร นิตยสารต่างๆ

5. ใช้ประเมินผลหรือสำรวจความเข้าใจบทเรียนของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน

ดังนั้นจะเห็นว่า แผน ความคิดมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้แผนที่ความคิดในเรื่องการวางแผนเตรียมการสอน การประเมินผล หรือแม้แต่การทบทวนในชั้นเรียน เพื่อจะได้ทราบความก้าวหน้าการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือปัญหาต่างๆในการเรียนการสอน

4) เกณฑ์การประเมินแผนที่ความคิด

แผนที่ความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของแผนที่ความคิดที่เขียนขึ้นมาอย่างถูกต้องและมีความหมาย ดังที่ มนัส บุญประกอบ (2533 : 24) ได้เสนอแนวทางการให้คะแนนไว้ดังนี้

1. ข้อความ ความสัมพันธ์ระหว่างคำโน้ตที่เชื่อมด้วยเส้นและคำเชื่อมมีความสัมพันธ์สมเหตุสมผลหรือไม่ ข้อความที่แสดงความสมเหตุสมผลให้คะแนนข้อความละ 1 คะแนน

2. ลำดับความสำคัญ แผนที่ความคิดที่สร้างได้แสดงลักษณะความสำคัญที่ลดหลั่นกันลงมาหรือไม่ ให้ลำดับละ 5 คะแนน แล้วนำมาคูณกับจำนวนลำดับที่นักเรียนสร้างขึ้น

มโนทัศน์หลัก → มโนทัศน์รอง → มโนทัศน์ย่อย → มโนทัศน์เจาะจง → ตัวอย่าง

(1)

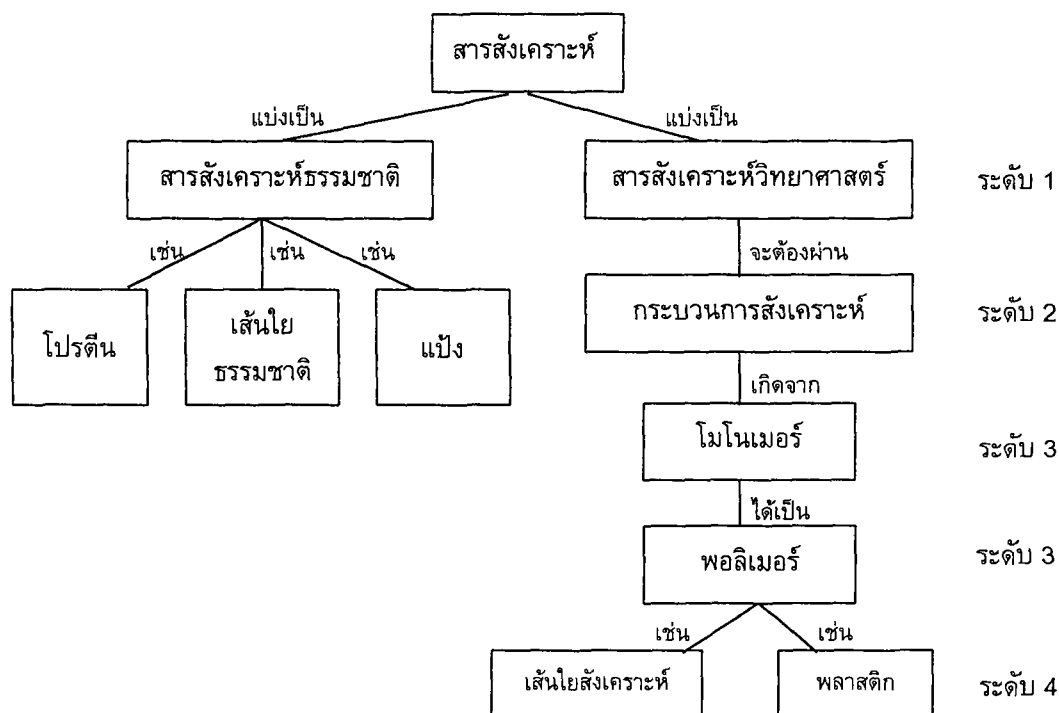
(2)

(3)

(4)

3. การเชื่อมโยงข้ามชุด แผนที่ความคิดได้แสดงการเชื่อมโยงระหว่างสาขาของมโนทัศน์ที่แสดงความสัมพันธ์กันอย่างสมเหตุสมผล ให้ 10 คะแนน สำหรับการเชื่อมโยงระหว่างสาขาซึ่งสมเหตุสมผลแต่ละการเชื่อมโยง

4. ตัวอย่าง เหตุการณ์หรือสิ่งของเฉพาะ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่อาจแสดงให้เห็นด้วยข้อมโนทัศน์ให้ตัวอย่างละ 1 คะแนน



ภาพประกอบ 24 แสดงการให้คะแนนแผนที่ความคิด

ที่มา : มนัส บุญประกอบ. (2533). สสวท : 28.

การคิดคะแนน

1. ความสัมพันธ์ (ข้อความ)	=	1 x 5	=	5 คะแนน
2. ลำดับความสำคัญ	=	5 x 4	=	20 คะแนน
3. การเชื่อมโยงข้ามชุด	=	10 x 3	=	30 คะแนน
4. ตัวอย่าง	=	1 x 5	=	5 คะแนน
รวมคะแนน				60 คะแนน

สำหรับการประเมินแผนที่ความคิด ซึ่งเป็นผลงานที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ ผู้สอนหรือผู้ประเมินจะต้องกำหนดแนวทางที่ชัดเจนในการประเมิน ซึ่งนอกจากการประเมินตามลักษณะโครงสร้างดังกล่าวข้างต้น อีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการประเมินผลงาน ก็คือ การให้คะแนนแบบรูบิก (Rubric) ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 205) กล่าวว่า การกำหนดคะแนนแบบรูบิกมีความคล้ายคลึงกับการกำหนดคะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งก็คือ มีการตีค่าคะแนนเป็นระดับคุณภาพ และใช้การแจกแจงคุณภาพด้วยเกณฑ์เชิงพรรณนา โดยระบุเงื่อนไขกำกับคุณภาพของคะแนนแต่ละระดับ

สมศักดิ์ ภูวีกาตาวรรณ (2544 : 137) และ ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545 : 86) กล่าวว่า รูบิก คือ เครื่องมือในการให้คะแนนที่ประกอบด้วยรายการประเมิน หรือเกณฑ์พิจารณาประเมินชิ้นงานและคำอธิบายคุณภาพของรายการประเมินในแต่ละระดับคุณภาพ

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า รูบิก หมายถึง เครื่องมือในการให้คะแนนที่มีลักษณะการให้คะแนนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยประกอบด้วยรายการประเมินและคำอธิบายคุณภาพของรายการประเมินในแต่ละระดับคุณภาพ

เหตุผลในการใช้รูบิก

รูบิกมีความเกี่ยวข้องกับครูผู้สอนและนักเรียน ด้วยเหตุผลหลายประการ ดังนี้ (ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. 2545 : 88)

1. เป็นเครื่องมือที่ทรงพลังสำหรับการสอนและการวัดผล เพราะรูบิกจะช่วยพัฒนาผลงานของนักเรียน ขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องมือในการติดตามการพัฒนาผลงานของนักเรียน เนื่องจากรูบิกบอกไว้ชัดเจนว่า ถ้าต้องการชิ้นงานที่มีคุณภาพตามที่คาดหวังไว้ในแต่ละระดับ นักเรียนจะต้องทำอย่างไร
2. ช่วยให้นักเรียนฝึกใช้ความคิดในการพิจารณาคุณภาพงานของตนเองและผู้อื่น เพราะการที่นักเรียนใช้รูบิกประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน การฝึกให้ทำงานหลายๆ ครั้ง จะช่วยให้นักเรียนเป็นคนที่มีความรับผิดชอบต่องานของตน
3. ช่วยลดเวลาในการประเมินงานของนักเรียน เพราะหลังจากนักเรียนประเมินตนเองและให้เพื่อนประเมินโดยใช้รูบิกแล้ว ครูมักพบว่า สิ่งที่ต้องปรับปรุงนั้นเหลือไม่มาก
4. ครูสามารถปรับรูบิกให้เหมาะสมกับการประเมินผลงานของนักเรียนกลุ่มต่างๆ ที่แตกต่างกันมากได้ เพราะรูบิกมีลักษณะที่ยืดหยุ่นได้
5. ใช้ได้ง่าย และอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้ง่าย เช่น เมื่ออธิบายให้ผู้ปกครองทราบ ผู้ปกครองจะรู้ทันทีว่าลูกของตนจะต้องทำอะไรบ้าง เพื่อจะประสบความสำเร็จ

ประโยชน์ของรูปิค

สมศักดิ์ ภูวีกาตาวรรณ (2544 : 139 – 140) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของรูปิค ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้การคาดหวังของครูที่มีต่อผลงานของนักเรียนบรรลุผลสำเร็จได้ โดยนักเรียนจะเกิดความเข้าใจและสามารถใช้รูปิคต่อการประเมินและพัฒนาชิ้นงานของตน
2. ช่วยให้ครูเกิดความกระตือรือร้นว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือพัฒนาการอะไรบ้าง
3. ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุคุณลักษณะจากงานที่เป็นตัวอย่างได้โดยใช้รูปิคตรวจสอบ
4. ช่วยให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเองในการปฏิบัติงานเพื่อไปสู่ความสำเร็จได้
5. เป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการปฏิบัติงานต่างๆของนักเรียนได้เป็นอย่างดี
6. ช่วยให้บุคคลที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครอง ผู้สนับสนุน ได้เกิดความเข้าใจเกณฑ์การตัดสินผลงานนักเรียนที่ครูใช้
7. ช่วยในการให้เหตุผลประกอบการให้เกรดนักเรียน
8. ช่วยเพิ่มคุณภาพผลงานของนักเรียน

แนวทางการสร้างรูปิค

การวัดผลประเมินผลกำลังเปลี่ยนแปลงไปสู่การประเมินตามสภาพจริง และการประเมินจะอิงการปฏิบัติมากขึ้น จึงจำเป็นต้องพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปิค เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งแนวทางในการสร้างรูปิค ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้ (ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช, 2545 : 88 – 89)

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดรายการประเมิน

การกำหนดรายการประเมิน มีวิธีการกำหนดตามลักษณะการประเมิน ดังนี้

- 1.1 การประเมินชิ้นงาน นำคุณลักษณะที่สำคัญของชิ้นงานมากำหนดรายการประเมิน ซึ่งควรกำหนดให้สอดคล้องเหมาะสมกับผลงาน เช่น ความสวยงาม ขนาดรูปร่างที่เหมาะสม ความละเอียดรอบคอบ ความสะอาด เป็นต้น
- 1.2 นำลักษณะที่สำคัญที่คัดเลือกไว้มาจัดลำดับความสำคัญ
- 1.3 คัดเลือกรายการที่สำคัญ สามารถวัดได้และสังเกตได้อย่างชัดเจนเท่านั้น รายการใดที่ซับซ้อน ควรตัดออก รายการใดที่สำคัญมากแต่วัดยาก สังเกตยาก ควรปรับหรือเขียนใหม่ให้เข้าใจได้ตรงกัน
- 1.4 นำรายการที่คัดเลือกไว้ มากำหนดเป็นรายการประเมินของรูปิค

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระดับคุณภาพของรายการที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมิน

การกำหนดระดับคุณภาพของรายการประเมิน จะกำหนดในลักษณะมาตราจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) มีแนวทางดังนี้

- 2.1 กำหนดระดับคุณภาพ ซึ่งการกำหนดระดับคุณภาพจะใช้ที่ระดับขึ้นอยู่กับเนื้อหา ระดับชั้นของนักเรียน และความละเอียดในการประเมิน เช่น ถ้ากำหนดระดับคุณภาพ 3 ระดับ ก็อาจกำหนดเป็น “ดี” , “พอใช้” , “ปรับปรุง” เป็นต้น

2.2 บรรยายค่าคุณภาพของรายการประเมินแต่ละรายการทุกระดับคุณภาพ การบรรยายค่าคุณภาพของรายการประเมินแต่ละรายการนั้น มักจะเริ่มต้นจากระดับคุณภาพสูงสุดก่อน โดยการหาตัวบ่งชี้หลักที่ชี้คุณภาพของรายการประเมิน จากนั้นจึงนำมาเขียนอธิบายคุณภาพ อาจเขียนเป็นข้อหรือบรรยายก็ได้ เมื่อเขียนบรรยายคุณภาพระดับสูงสุดแล้ว จึงเขียนบรรยายคุณภาพระดับรองลงมาโดยระบุถึงข้อบกพร่องตามตัวบ่งชี้ที่ได้กำหนดไว้ในระดับคุณภาพสูงสุด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการหาแผนที่ความคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ซึ่งการประเมินประกอบด้วยเกณฑ์ด้านเนื้อหา ด้านคุณลักษณะของแผนที่ความคิด ด้านคุณภาพผลงานและด้านความรับผิดชอบ วัดโดยใช้แบบประเมินที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปิกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 5 4 3 2 และ 1 หมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้

งานวิจัยในประเทศ

บุญเรือง เนียนหอม (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา ผลการศึกษพบว่า

1. การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน ด้วยการวิจัยเอกสาร โดยวิเคราะห์เนื้อหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากเว็ลด์ ไซด์ เว็บ พบว่า ระบบการเรียนการสอนเน้นองค์ประกอบด้านกระบวนการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมอินเทอร์เน็ต การควบคุม การติดตามการเรียน และการเตรียมความพร้อมทรัพยากรสนับสนุนการเรียนทางอินเทอร์เน็ต มีการใช้ประโยชน์อิเล็กทรอนิกส์ และเว็ลด์ ไซด์ เว็บในการเรียนการสอนมากที่สุด ผสมผสานกับการเรียนแบบร่วมมือและการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมทางการสอนทางเว็บไซต์

2. การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตด้วยวิธีการเชิงระบบ ได้ระบบการเรียนการสอนประกอบด้วยองค์ประกอบ 12 ประการ และได้รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดนักจิตวิทยาพฤติกรรมนิยมและกระบวนการสอนของกาเยผสมผสานกับรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ การเรียนด้วยตนเองและการศึกษารายบุคคล โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเว็บเพจห้องเรียนเสมือนที่มีโครงสร้างประกอบด้วยโฮมเพจ เว็บเพจประกาศ เว็บเพจประมวลรายวิชา เว็บเพจห้องเรียน เว็บเพจทรัพยากรการเรียนรู้ เว็บเพจประเมินผล และเว็บเพจประวัติ

3. การประเมินระบบการเรียนการสอน โดยเชิญอาจารย์จำนวน 23 คนเข้าร่วมทดลองสร้างเว็บไซต์การเรียนการสอนตามระบบรูปแบบกระบวนการเรียนการสอน และโครงสร้างเว็บเพจที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมทุกองค์ประกอบมีความจำเป็น อาจารย์ต่างสาขากันมีความคิดเห็นไม่แตกต่างกันในเรื่องความจำเป็นของขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนและอาจารย์สามารถนำระบบไปใช้ในการออกแบบระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตได้ ปัญหาการนำไปใช้จริง คือ ความล่าช้าในการรับข้อมูลจากแหล่งทรัพยากรภายนอกและระบบการสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต

จิราพร พวงสุวรรณ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหิดลในกระบวนวิชาการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศด้วยการเรียนการสอนปกติกับการเรียนจากอินเทอร์เน็ต โดยใช้นักศึกษาจำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนปกติ 25 คน และกลุ่มทดลองที่เรียนจากอินเทอร์เน็ต 25 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มนักศึกษาที่เรียนจากอินเทอร์เน็ตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนจากการเรียนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปชา ทับทิมหอม (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษาบทเรียน เรื่อง Environmental Risk Assessment โดยใช้แบบวัดความรู้ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนบทเรียน 7.73 คะแนน หลังจากได้เรียนบทเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 11.20 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนบทเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t – test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตนี้มีประสิทธิภาพที่สามารถช่วยให้ผู้ศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น

เลี้ยง ขาตาธิคุณ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่อง “การชนและโมเมนตัม” บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาพบว่า การที่ผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบกระบวนกรเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตของ บุญเรือง เนียมหอม (2540) มีความจำเป็นทุกขั้นตอนและเหมาะสมกับการนำไปใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยทำให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียน อีกทั้งนักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ได้เต็มความสามารถ คือ ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากกลุ่มได้ตลอดเวลา กล้าแสดงความคิดเห็นทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ได้ฝึกคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์จินตนาการ ได้แสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล นักเรียนได้รับการเสริมแรงให้ค้นหาคำตอบ แก้ปัญหาทั้งด้วยตนเองและร่วมมือช่วยกัน รวมทั้งได้ฝึกตนเองให้มีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน และได้รับการประเมินผลทันทีทำให้มีการปรับปรุงตนเองและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น ตลอดจนเกิดความสนใจที่จะเฝ้าหาความรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

พลศรี เวศย์อุฬาร (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า เว็บไซต์วิชาสังคมศึกษา ส 402 เรื่องความรู้เกี่ยวกับรัฐ ระบบประชาธิปไตย ระบบเผด็จการ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.98/87.77 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกแผนการเรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าการเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < .01$ ความคงทนในการจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับการเรียนปกติไม่แตกต่างกัน เจตคติของนักเรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่อเว็บไซต์โดยรวมมีผลไปในทางบวก

ธัญลักษณ์ คงกระเรียน (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ไฮเปอร์เท็กซ์ วิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ไฮเปอร์เท็กซ์สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

อเนก ประดิษฐ์พงษ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชีวิตและวิวัฒนาการ ตามเกณฑ์ 80/80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านการสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์และการตั้งสมมติฐานของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีพฤฒาที่เลือกเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชีวิตและวิวัฒนาการ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมพร สุขะ (2545 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนิสิตที่มีต่อรูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) เพื่อศึกษาความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนิสิตที่เรียนรู้ด้วยตนเองจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการพัฒนาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สร้างกรอบและแนวคิดการวิจัย 2) สร้างรูปแบบ 3) ปรับปรุงแก้ไข 4) ทดลองภาคสนาม และ 5) นำเสนอรูปแบบ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รวม 83 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจ จำนวน 40 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองภาคสนามเพื่อพัฒนารูปแบบของเว็บเพจ จำนวน 43 คน ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบของเว็บเพจที่พัฒนาขึ้นใน 6 ด้าน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหา สื่อมัลติมีเดีย การโต้ตอบกับผู้ใช้ ระบบการนำทาง ภาพประกอบ และส่วนสนับสนุนการใช้งาน มีความเหมาะสมในการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนิสิตอยู่ในระดับมากมี 7 เรื่อง ได้แก่ แนะนำเว็บไซต์สำหรับวัยรุ่น โครงการถอดรหัสพันธุกรรมมนุษย์ ผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้คอมพิวเตอร์ แนะนำวิถีคลายเครียด โทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ต วิธีเรียนให้ประสบผลสำเร็จ และเส้นทางรถเมล์ไปมหาวิทยาลัยในกรุงเทพฯ. ซึ่งผลการทดสอบความรู้ของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยในต่างประเทศ

เคซี (Casse. 1994) ได้ศึกษาการท่องไปกับโลกของข้อมูลของครูกับนักเรียนโดยเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของครูที่ออกแบบโดยมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียสเตท (California State University) สำหรับนักเรียน และครู จากการศึกษาของผู้เข้าร่วมโครงการ พบว่า นักเรียนกระตือรือร้นมากขึ้น ทุกคนเสาะหาข้อมูลและใช้คอมพิวเตอร์ที่บ้านมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของหลาย ๆ คนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ผู้เรียนมีความสนใจสืบค้นข้อมูลมากขึ้น ผู้เรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นและแสดงทัศนะในการอภิปรายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนมีความเป็นส่วนตัวมากขึ้น แต่ก็ยังมีปัญหาอีกหลายประการที่เป็นอุปสรรคในการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น ความเร็วในการเชื่อมต่อข้อมูล รูปแบบการเรียนของนักศึกษาและวิธีการสอนของครูที่เปลี่ยนแปลงไป

ฟิลลิป,รอย และชาร์อน (Phillip,Roy and Sharon. 1995) ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการเรียนแบบร่วมมือ โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย ของเมืองลิเวอร์พูล ในวิชาโปรแกรมภาษาอัลกอล โดยเอาส่วนหนึ่งของเนื้อหาในหนังสือไปออนไลน์ ซึ่งทำให้นักศึกษาเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น นักศึกษามีความต้องการที่จะให้เพิ่มเนื้อหาส่วนอื่นๆ และต้องการให้อนุญาตให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายนอกเหนือจากเวลาเรียนได้ แต่สิ่งที่นักศึกษากังวลคือ เพื่อนอาจสับเปลี่ยนงานที่ได้รับมอบหมาย

พอล (Paul. 1999) ได้ศึกษาการทำโครงการพัฒนาเว็บสำหรับครูคณิตศาสตร์ โดยใช้ทดลองโครงการกับโรงเรียนนาร์รองในเวลา 1 ภาคเรียน (16 สัปดาห์) กับครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียน High school 4 โรงเรียน และ Middle school 4 โรงเรียน สรุปผลของโครงการได้ว่า ครูเห็นว่าส่วนดีเว็บที่พัฒนาขึ้น มีดังนี้ 1)ให้โอกาสสำหรับการโต้ตอบและการมีส่วนร่วม 2)ใช้เวลาในการเรียนสั้นลงและมีเครื่องมือในการประเมินผล 3) ครูสามารถแนะนำข้อมูลได้ จากผลการศึกษาแสดงว่า เว็บไซต์มีการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่เป็นพลวัต

เบรน (Brain. 2000) ได้ศึกษาความแตกต่างของนักศึกษาที่เรียนในวิทยาลัยกับไม่ได้เรียนในวิทยาลัยในการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเปรียบเทียบระดับของการสื่อสารและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน กลุ่มละ 4 คน จำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มจะมีลักษณะแตกต่างกัน ในระยะเวลา 11 สัปดาห์ที่แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายภาระกิจให้แก้ปัญหา ซึ่งภาระกิจเหล่านี้เน้นการร่วมมือของนักศึกษาผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยให้มีส่วนร่วมคิดค้น ร่วมแสดงความคิดเห็น เสนอกลยุทธ์ สาธิตวิธีการแก้ปัญหา สรุป และรายงานสิ่งที่กลุ่มค้นพบผ่านทางอินเทอร์เน็ตเท่านั้น ผลการศึกษาสรุปได้ว่า จำนวนและระดับการสื่อสารระหว่างกลุ่มเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไทอัน และคนอื่นๆ (Tyan and Other. 2000) ได้ศึกษาเรื่องการใช้การติดต่อสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ในระดับอุดมศึกษาภาคเอกชนของไต้หวัน ด้วยการจัดระบบการศึกษาที่นำเอา CMC (Computer Mediated Communication) VICTORY (Virtual Classroom & Virtual Corporation System) มาพัฒนาในการจัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษาด้วยอิเล็กทรอนิกส์ และพัฒนาคุณภาพการศึกษา นักเรียนแต่ละคนมีความต้องการที่จะมีส่วนร่วมในการประชุมทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนจะทำการอภิปรายแบบเผชิญหน้าในห้องเรียนปกติ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสที่จะมีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน และการเรียนรู้โดยผู้เรียนเองได้เป็นอย่างดี

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้ นักเรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีระดับผลการเรียนรู้สูงกว่าการเรียนแบบปกติ

8.2 งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

งานวิจัยในประเทศ

องอาจ ฤทธิ์ทองพิทักษ์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพฤติกรรมการสื่อสารผ่านระบบเวปไซด์ไวต์เว็บของนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพมหานคร 5 แห่ง จำนวน 393 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ค่อนข้างพึงพอใจต่อรูปแบบและประเภทของเนื้อหาที่ใช้การสื่อสารผ่านระบบเวปไซด์ ไวต์ เว็บ เพื่อพัฒนาตนเองในด้านวิชาการ ทักษะการใช้งาน สนองตอบความต้องการด้านข่าวสาร และการพักผ่อนหย่อนใจ

มณีนวีย์ เอมะอมร (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาอินเทอร์เน็ต : การใช้ประโยชน์และความพึงพอใจของผู้ใช้ที่เป็นคนไทย เพื่อศึกษาว่า ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจะมีการใช้ประโยชน์และความพึงพอใจต่อการใช้อินเทอร์เน็ตให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพและสิ่งที่จะต้องพัฒนาคุณภาพให้สอดคล้องต่อความต้องการได้มากขึ้น โดยเก็บข้อมูลจากผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจำนวน 400 คน ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อรับข้อมูลข่าวสารใหม่ๆและใช้เพื่อความบันเทิงมากที่สุด รองลงมาคือการศึกษาและวิจัย โดยต้องการมีเว็บเป็นของตนเองและใช้โปรแกรมร่วมโดยไม่ต้องลงทะเบียน ด้านความพึงพอใจ ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตมีความคิดว่าคุณภาพข่าวสารที่ได้รับเพียงพอสำหรับการใช้งาน มีความสนใจใช้เว็ลด์ ไซด์ เว็บ และอีเมลมากที่สุด และคุณลักษณะที่ดีที่สุดของอินเทอร์เน็ต คือ คุณภาพของข้อมูลข่าวสาร มีความคิดว่าทุกมหาวิทยาลัยควรมีอินเทอร์เน็ต

ชรัยพร ภูมา (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาลักษณะความคาดหวัง และความพึงพอใจในการใช้ประโยชน์เพื่อศึกษาการศึกษาและการเรียนรู้จากเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย (School Net) ของนักเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครมีความคาดหวังทั้งในปัจจุบันและอนาคตด้านการศึกษาที่มีต่อโครงการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อโรงเรียนไทย โดยอยากให้มีการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตทุกวิชา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่กว้างขวาง ได้รับรู้สิ่งใหม่ๆที่ยังไม่มีการเรียนการสอนรายวิชาต่างๆ มากที่สุด

จิตติมา พุทธเจริญ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจจากรูปแบบเว็บเพจที่มีการนำเสนอต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและต้องการทราบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบเว็บเพจทั้ง 2 รูปแบบ คือ เว็บเพจแบบเนื้อหาเลื่อนลงในหน้าเดียวและเว็บเพจแบบเนื้อหาเปลี่ยนทีละหน้า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม จำนวน 120 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 60 คน โดยให้กลุ่มทดลอง A เรียนจากเว็บเพจแบบเนื้อหาเลื่อนลงในหน้าเดียว กลุ่มทดลอง B เรียนจากเว็บเพจแบบเปลี่ยนทีละหน้า ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเว็บเพจแบบเนื้อหาเลื่อนลงในหน้าเดียวกับเว็บเพจแบบเนื้อหาเปลี่ยนทีละหน้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อรูปแบบเว็บเพจทั้ง 2 รูปแบบในระดับมาก

ศุภรัตน์ ศรีวณะวงศ์ (2544 : 41) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนเครือข่ายเรื่อง การใช้เครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาคณะพยาบาล มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 96 คน ทดลองให้เรียนจากโฮมเพจรายวิชาที่ทำการปรับปรุงหลายครั้งจนมีประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 81.50 / 85.33 และ 0.59 ก่อนเรียนได้ให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมทั้งตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนบนเครือข่าย ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยต่างกันร้อยละ 27.7 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของการเรียนบนเครือข่ายอยู่ในระดับมาก

ทิภากร สาลิกา (2546 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น ตามเกณฑ์ 80/80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

งานวิจัยในต่างประเทศ

แม็กมิลแลน และ เมย์ (McMillan and May. 1979 : 220) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ กิจกรรมในชั้นเรียน ครู พ่อแม่ บรรยายภาคในชั้นเรียน เกรด ความมีประโยชน์และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์ และระดับชั้นเรียน

บราทท์ (Bratt. 1977 : 534–536) ได้ศึกษาผลการสอนโดยจัดสภาพการเรียนการสอนแบบมนุษยนิยม (Humanistic Approach) กับการสอนแบบเคยปฏิบัติมาที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย พบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยการสอนแบบมนุษยนิยม มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าที่เรียนโดยการสอนแบบเคยปฏิบัติมา

เพาเวอร์ (Power. 1981 : 34 – 38) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เมื่อสภาพแวดล้อมทางการเรียนเปลี่ยนไป ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ขึ้นชั้นมาจากโรงเรียนประถมศึกษาที่ห้องเรียนกว้างขวาง และมีความเป็นอิสระจะมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แต่นักเรียนที่มาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาที่ห้องเรียนไม่กว้างขวางและไม่มีความเป็นอิสระ จะมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ลดลง

ซีลิม (Selim. 1982 : 3001-A) ได้ศึกษาผลการสอนแบบให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้และการสอนแบบบรรยายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ 5 ในประเทศอียิปต์ ทำการทดสอบด้วย Non – verbal Intelligence Test พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไวส์ (Wise. 1984 : 2432-A) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้แบบจำลองไมโครคอมพิวเตอร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพเกรด 9 รัฐจอร์เจีย ในสหรัฐอเมริกา 3 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องถูกสุ่มให้เลือกวิธีการเรียนการสอนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติการ การใช้แบบจำลองหลังการปฏิบัติการ และวิธีการเรียนการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองกลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติ และกลุ่มที่ใช้แบบจำลองหลังการปฏิบัติการ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการเรียนการสอนด้วยวิธีการปกติ และในขณะที่แต่ละกลุ่มที่ทำการศึกษาวิจัยมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกที่สูงกว่า

รีด (Read. 1986 : 1270-A) ได้ศึกษาการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) และใบงาน (Worksheet) ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำในวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชีววิทยาระดับ 10 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 เรียนโดยใช้ใบงาน และกลุ่มที่ 3 เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและใบงาน ในด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านวิชาที่เรียนและด้านการสอนไม่แตกต่างกัน

เคททิงเจอร์ (Kettinger. 1991) ได้ศึกษาถึงความเหมาะสมในการนำคอมพิวเตอร์ใช้ในห้องเรียน พบว่า สามารถนำไปใช้ได้หลายกรณี เช่น ใช้ในการนำเสนอข้อมูล ใช้ประกอบการทำปฏิบัติ ใช้จำลองสถานการณ์ ปรากฏการณ์ต่างๆในวิชาเคมี ฟิสิกส์ ฝึกปฏิบัติงานด้านต่างๆ ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและยังพบว่าผู้เรียนมีการเรียนรู้ดีขึ้น และสนใจการเรียนมากขึ้น

ไรอัน และแม็คเคอร์ (Ryan and McClure ,1994) ได้ศึกษาทัศนคติของผู้ใช้สารสนเทศและบริการของรัฐบาลที่เผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อบริการที่ได้รับ อุปสรรคในการใช้ การแก้ปัญหาของผู้ใช้ และขั้นตอนในการได้รับบริการโดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า อุปสรรคในการใช้อินเทอร์เน็ต คือ ความหลากหลายของความต้องการสารสนเทศ โดยเฉพาะความต้องการที่จะทราบถึงตำแหน่งที่อยู่ของสารสนเทศ และผู้ใช้มีความต้องการสารสนเทศที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น ควรจะมีการแก้ปัญหาในเรื่องของงบประมาณ การบริหารจัดการ การจัดทำนโยบาย มาตรฐานการเข้าถึง และการฝึกอบรม ควรมีการกำหนดระหว่างสารสนเทศสาธารณะ(Public Information) และสารสนเทศส่วนบุคคล (Private Information) รัฐบาลควรจะให้ประชาชนได้ตระหนักถึงปัญหาและความสำคัญของอินเทอร์เน็ต

กัลสัน คुरुบาคัก (Gulsun Kurubacak. 2000) ได้ศึกษาหลักการต่างๆ ของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนจากเว็บเพจเพื่อการศึกษา กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง เป็นนักเรียน จำนวน 23 คน ที่เรียนวิชานโยบายสิทธิมนุษยชน ที่ A Large Midwestern State University แล้วเลือกนักเรียนจำนวน 6 คน เพื่อสัมภาษณ์โดยรูปแบบการสอบถามเป็น Flashlight survey ที่ประกอบด้วยคำถามและการสังเกต เพื่อประเมินเจตคติต่อการเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตในสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนจะรู้สึกสนุกสนานต่อการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกิดการค้นพบความคิดใหม่ๆ และการวิเคราะห์ข้อความของผู้เรียนคนอื่นๆ เมื่อมีการแสดงความคิดเห็นในแต่ละหัวข้อ นอกจากนี้ผู้เรียนยังชอบการถูกกำหนดมากกว่าเป็นฝ่ายกำหนด และชอบการเรียนรู้รายบุคคลมากกว่าการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ การนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการศึกษาโดยบูรณาการเว็บไซต์เข้ากับการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ มีความเพลิดเพลิน สนุกสนาน มีความพึงพอใจและมีเจตคติต่อการเรียนการสอนโดยการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ

8.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการนำผลงานวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ ขวัญศรี (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาวดี เกตุกุ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสอนโดยใช้ชุดการเรียนภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยเน้นครูผู้สอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนภณ ธรรมรักษ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก

จันทร์จิรา จุมพลหล้า (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.24 และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.27

จากงานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับการใช้สื่อคอมพิวเตอร์และชุดการเรียนรู้ที่มีต่อการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์และชุดการเรียนรู้สามารถนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ดีกว่าการเรียนรู้แบบปกติ

8.4 งานวิจัยเกี่ยวกับแผนที่ความคิด

งานวิจัยในประเทศ

หทัยรัช รัสสุวรรณ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสอนโดยใช้แผนที่มโนมิตีที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านมโนมิตีและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนวัดกัลยาณิศรีธรรมราช จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนมิตี และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมิตีทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกประเทศ ความสัมพันธ์ของนักเรียน ทฤษฎีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลออ อางนันทน์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สิ่งแวดล้อมทางสังคม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองภายหลังการทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนมนัส สุดสิ้น (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางด้านการวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

โบโดลัส (Bodolus 1987 : 3387 –A) ทำการวิจัยเรื่อง ยุทธวิธีการใช้แผนผังโน้ตส์เพื่อช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายของนักเรียนเกรด 9 ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาถึงการเรียนและการเปลี่ยนแปลงเจตคติของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับ 9 จำนวน 429 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโน้ตส์ กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบปกติ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้แผนผังโน้ตส์ โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในด้านความรู้และด้านเจตคติ จากผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโน้ตส์กับการสอนปกติ มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังโน้ตส์มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ 2 เพียงเล็กน้อย

ฟอลด์ไซน์ (ศุภลักษณ์ ทองสนธิ 2536 : 49 ; อ้างอิงจาก Feldsine.1988) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างแผนผังโน้ตส์ที่ช่วยให้เด็กนักเรียนเกิดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป โดยใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 4 คน จากวิทยาลัยบรูม (Broom) ในรัฐนิวยอร์ก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้แผนผังโน้ตส์ไปใช้เพื่อพัฒนาการเชื่อมความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เรียน การวิจัยเริ่มโดยการให้แนวทางในการสร้างแผนผังโน้ตส์แก่นักเรียนแล้วจัดให้นักเรียนสร้างแผนผัง มโนทัศน์จากบทเรียนและเพิ่มความซับซ้อนขึ้นจนกระทั่งให้นักเรียนสร้างขึ้น จากการสัมภาษณ์นักเรียนและคะแนนผลการสอบของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การสร้างแผนผังโน้ตส์สามารถนำมาใช้ในวิชาเคมี ทำให้ครูทราบว่านักเรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่สมบูรณ์ จึงสามารถใช้แผนผังโน้ตส์เป็นเครื่องมือประเมินได้อย่างดี

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับแผนที่ความคิด จะเห็นว่าการเรียนด้วยแผนที่ความคิดสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียนด้านความรู้ สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีความคิดสร้างสรรค์ดีกว่าการเรียนแบบปกติ

จากการประมวลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1)ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2)ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3)ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4)ทฤษฎีอะตอมของโบร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5)ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6)คุณสมบัติของสาร เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าโดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา

การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีขอบเขตดำเนินการ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นจากคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

1.2 ศึกษาเอกสารตำราวิชาเคมีและคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดรายละเอียดของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ในการนำมาสร้างเป็นเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร

1.3 นำเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ มาสร้างเป็นแผ่นเรื่องราวบทเรียน (Story Board) ตามโครงสร้างของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการนำเสนอทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ลงบนแผ่นกระดาษเพื่อเป็นต้นแบบของเว็บเพจเพื่อการศึกษา โดยประกอบด้วยเนื้อหา การแบ่งพื้นที่หน้าจอของการนำเสนอ รูปแบบ ขนาด และสีของตัวอักษร ภาพ และกำหนดเงื่อนไขของการนำเสนอ

1.4 นำแผ่นเรื่องราวบทเรียนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริมาณนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแผ่นเรื่องราวบทเรียนที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ และอาจารย์รัตนภรณ์ คงเจริญ ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ ได้แก่ อาจารย์เอนก ประดิษฐ์พงษ์ และอาจารย์โชคชัย สกลวิรัตน์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี ได้แก่ ดร. สมพร สุขะ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content Validity) และความเหมาะสมของเว็บเพจเพื่อการศึกษา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ง)

ตาราง 9 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อบกพร่อง	การแก้ไขของผู้วิจัย
1. คำศัพท์บางคำใช้ไม่ถูกต้อง	1. แก้ไขคำศัพท์ให้ถูกต้องตามราชบัณฑิตยสถาน
2. การใช้คำบางคำไม่ตรงกับหนังสือแบบเรียน อาจทำให้นักเรียนเกิดการสับสน	2. ปรับแก้การใช้คำตามหนังสือแบบเรียน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจง่าย
3. จำนวนข้อของแบบฝึกหัดบางหน่วยมากเกินไป	3. แก้ไขโดยลดจำนวนข้อของแบบฝึกหัด
4. การกำหนดขนาดตัวอักษรใหญ่เกินไป	4. ปรับแก้ขนาดตัวอักษรให้เล็กลง

1.5 นำแผ่นเรื่องราวบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วมาสร้างเว็บเพจเพื่อการศึกษา โดยใช้โปรแกรมสร้างเว็บไซต์ ได้แก่ Macromedia Dreamweaver 4.0 โปรแกรมสร้างภาพกราฟฟิก และภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ Macromedia Flash 5.0 และ Adobe Photoshop 6.0 แบบฝึกหัดและแบบทดสอบใช้โปรแกรมภาษาจาวาสคริป (Java script)

1.6 ตรวจสอบการนำเสนอเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น โดยใช้โปรแกรมอ่านข้อมูลบนเว็บ (Web browser) ได้แก่ Internet Explorer 5.0 ขึ้นไป(ในการตรวจสอบนำเสนอ ระบบที่ต้องการ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ระดับ Pentium หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 32 MB ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 95 หรือ 98 และจอภาพสีแสดงผลที่ความละเอียด 800 x 600 Pixels , 16 Bit Colors)

1.7 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษา ส่งขึ้นสู่คอมพิวเตอร์แม่ข่าย(Server) โดยใช้โปรแกรม Win Ftp โดยผู้วิจัยได้ส่งข้อมูลไปที่ที่คอมพิวเตอร์แม่ข่ายของโรงเรียนอัสสัมชัญ ธนบุรี (<http://www.act.ac.th/>) ซึ่งเรียกดูได้ที่ URL : http://www.act.ac.th/atomic_theories หลังจากนั้นตรวจสอบผลการนำเสนอด้วยโปรแกรม Internet Explorer อีกครั้ง

1.8 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริมาณนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณาแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแผ่นเรื่องราวบทเรียน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและประเมินคุณภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งในการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา ใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ 2) ด้านภาษาและตัวอักษร และ 3) ด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง(Background) ในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งได้กำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง ดังนี้ (ภาคผนวก ง)

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ดี

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ส่วนการให้ความหมายใช้การแปลความจากช่วงของค่าเฉลี่ยรายข้อ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 3.67 – 5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.34 – 3.66 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 2.33 หมายถึง พอใช้

ตาราง 10 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อบกพร่อง	การแก้ไขของผู้วิจัย
1. คำหรือข้อความบางแห่งมีการพิมพ์ผิด	1. แก้ไขคำที่พิมพ์ผิดให้ถูกต้อง
2. การเชื่อมโยงข้อมูลกับเว็บไซต์อื่นไม่สามารถเชื่อมโยงได้	2. ปรับแก้ให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลไปยังเว็บไซต์อื่นได้
3. ให้ตรวจสอบด้านเวลาในการเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้	3. ตรวจสอบโดยการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก

ขั้นตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา

การหาประสิทธิภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีขอบเขตดำเนินการ ดังนี้

2.1 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นและผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อดูความเหมาะสมและข้อบกพร่องของเว็บเพจเพื่อการศึกษาในด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษรและด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง(Background) โดยการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียน จากนั้นนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

ตาราง 11 สรุปการแก้ไขข้อบกพร่องของการทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษา กับนักเรียนจำนวน 3 คน

ข้อบกพร่อง	การแก้ไขของผู้วิจัย
1. คำหรือข้อความบางแห่งมีการพิมพ์ผิด	1. แก้ไขคำหรือข้อความที่พิมพ์ผิดให้ถูกต้อง
2. การเชื่อมโยงข้อมูลกับเว็บไซต์อื่นไม่สามารถเชื่อมโยงได้	2. ปรับแก้ให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลไปยังเว็บไซต์อื่นได้
3. ภาพประกอบเนื้อและคำบรรยายได้ภาพมีขนาดเล็ก	3. แก้ไขโดยการปรับขนาดของภาพและคำบรรยายได้ภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

2.2 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 9 คน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยให้นักเรียน 2 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพื่อนำผลที่ได้ใช้ในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ซึ่งผลจากการทดลองได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70

2.3 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษา ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 15 คน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยให้นักเรียน 2 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพื่อนำผลที่ได้มาหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนด และเป็นการทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องครั้งที่ 2 โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ในด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษร และด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง(Background) (ภาคผนวก ง)

การกำหนดเกณฑ์และการหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ในข้อ 2.2 และ 2.3 ดำเนินการโดยให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยการเรียนรู้และทำแบบทดสอบหลังเรียนหลังการเรียนจบบทเรียน จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนจบบทเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อกำหนดเกณฑ์และหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา (ภาคผนวก จ)

ตอนที่ 3 การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การนำเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ไปทดลองสอนมีขอบเขตดำเนินการ ดังนี้

3.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชวินิตบางแค-ปานขำ กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน รวม 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากประชากรที่กำหนด

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

2.2 เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

2.3 ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	1 คาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน	3 คาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	2 คาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์	3 คาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น	3 คาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร	2 คาบ

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชวินิตบาง-
แคปานจ่า กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โดยทดลองสอนในชั่วโมง
อิสระ คาบละ 50 นาที รวม 14 คาบ

ผู้วิจัยนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน โดยดำเนินการ ดังนี้

1. วางแผนกำหนดการแบ่งช่วงเวลาในการสอน

ผู้วิจัยวางแผนแบ่งช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการสอนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอม
และคุณสมบัติของสาร ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงการแบ่งช่วงเวลาและการประเมินผลในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอม
และคุณสมบัติของสาร ไปทดลองสอน

ครั้งที่	จำนวน คาบ	เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้	การประเมินผล
1	1	ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	- แบบฝึกหัด
2	3	ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน	- แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้าน ความรู้
3	2	ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด	- แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียน
4	3	ทฤษฎีอะตอมของโบร์	ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการ ศึกษา
5	3	ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น	- แผนที่ความคิด (Mind Mapping)
6	2	คุณสมบัติของสาร	

หมายเหตุ : การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
จะดำเนินการหลังจากที่นักเรียนเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและ
คุณสมบัติของสาร ครบทุกหน่วยการเรียนรู้

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยเครื่องมือ 3 ประเภท
ดังนี้

- 2.1 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
- 2.2 แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎี
อะตอมและคุณสมบัติของสาร
- 2.3 แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่
ความคิด

2.1 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยดำเนินการ ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผล การเรียนรู้ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 2) วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสร้างตาราง จำแนกข้อสอบ ซึ่งในการวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งพฤติกรรมที่วัดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ - ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงการจำแนกข้อสอบ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม (ข้อ)	ลำดับ ความ สำคัญ
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	กระบวนการ เสาะแสวงหา ความรู้	การนำ ไปใช้		
1. อธิบายทฤษฎีอะตอมของดอลตันได้	-	1 (1)	1 (2)	-	2	3
2. อธิบายการทดลองและแบบจำลอง อะตอมตามทฤษฎีอะตอมของ ทอมสันได้	1 (4)	2 (3,5)	-	-	3	2
3. คำนวณประจุและมวลของอิเล็กตรอน จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้	-	-	1 (6)	-	1	4
4. อธิบายการทดลองและแบบจำลอง อะตอมตามทฤษฎีอะตอมของ รัทเธอร์ฟอร์ดได้	1 (9)	1 (7)	-	1 (8)	3	2
5. อธิบายสมบัติบางประการของอนุภาค มूलฐานที่สำคัญของอะตอมได้	1 (10)	-	-	-	1	4
6. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน กับความยาวคลื่นหรือความถี่ของ คลื่น และคำนวณหาค่าดังกล่าวได้	-	2 (11,13)	1 (12)	-	3	2
7. อธิบายการเกิดและลักษณะสเปกตรัม ของอะตอม รวมทั้งเปรียบเทียบค่า พลังงานของสเปกตรัมได้	-	-	1 (14)	1 (15)	2	3
8. อธิบายแบบจำลองอะตอมตามทฤษฎี ของโบร์ได้	-	1 (17)	1 (16)	-	2	3

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรม				รวม (ข้อ)	ลำดับ ความ สำคัญ
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	กระบวนการ แสวงหา ความรู้	การนำ ไปใช้		
9. อธิบายความสัมพันธ์ของ เลขควอนตัมชนิดต่างๆได้	1 (18)	-	1 (19)	-	2	3
10. อธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนใน อะตอมของธาตุต่างๆได้	-	2 (22,23)	1 (21)	1 (20)	4	1
11. อธิบายแบบจำลองอะตอมแบบ กลุ่มหมอกได้	-	-	1 (24)	-	1	4
12. อธิบายสมบัติของธาตุเกี่ยวกับความ เป็นโลหะ อโลหะ ขนาดอะตอม ค่า พลังงานไอออไนเซชัน ค่าอิเล็กตรอน แอฟฟินิตี และค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี	-	3 (25,26,28)	1 (30)	-	4	1
รวม	4	12	9	5	30	

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 90 ข้อ โดยสร้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ นำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตร เพื่อตรวจสอบพิจารณาแล้วนำเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักวิชาการ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุปผา แซ่มะประเสริฐ และอาจารย์นิตยา ปรีชาหาญ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี ได้แก่ อาจารย์รัตนภรณ์ คงเจริญ และอาจารย์ โชคชัย สกลวิรัตน์และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลการศึกษา ได้แก่ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์และพฤติกรรมที่วัด โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และนำเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ง)

4) นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ ที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสารมาแล้ว จำนวน 100 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

5) คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปเอาไว้ จำนวน 30 ข้อ

6) นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) โดยใช้สูตร $K - R_{20}$ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.83 จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก จ)

2.2 แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยดำเนินการดังนี้

- 1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert Scale) จากหนังสือและเอกสารของรองศาสตราจารย์.ดร. ณัฐรุพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118 – 146)
- 2) กำหนดกรอบพฤติกรรมด้านเจตคติ ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน คือ
 - 2.1 ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
 - 2.2 ด้านการแสดงออกต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
 - 2.3 ด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
- 3) สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา จำนวน 30 ข้อ ในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 4 3 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยกำหนดให้แต่ละข้อความในพฤติกรรมทางบวกและพฤติกรรมทางลบ มีการให้คะแนนดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงคะแนนพฤติกรรมทางบวก และพฤติกรรมทางลบ

ทิศทางของพฤติกรรม					
พฤติกรรมทางบวก			พฤติกรรมทางลบ		
มากที่สุด	มีน้ำหนั	5 คะแนน	มากที่สุด	มีน้ำหนั	1 คะแนน
มาก	มีน้ำหนั	4 คะแนน	มาก	มีน้ำหนั	2 คะแนน
ปานกลาง	มีน้ำหนั	3 คะแนน	ปานกลาง	มีน้ำหนั	3 คะแนน
น้อย	มีน้ำหนั	2 คะแนน	น้อย	มีน้ำหนั	4 คะแนน
น้อยที่สุด	มีน้ำหนั	1 คะแนน	น้อยที่สุด	มีน้ำหนั	5 คะแนน

เกณฑ์การแปลผลระดับเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสารใช้เกณฑ์ ดังนี้

เกณฑ์ดี (ตามสมมติฐาน) = 4 (เมื่อ 4 หมายถึง ระดับมาก ในมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 – 5)

- 4) นำแบบสอบถามวัดเจตคติที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบพิจารณา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบวัดสอบถามวัดเจตคติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง(Construct Validity) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ง)

2.3 แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) โดยดำเนินการดังนี้

- 1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดจากเอกสารของมนัส บุญประกอบ (2533 : 24) และชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545 : 86-91)
- 2) กำหนดเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

เกณฑ์การประเมิน	ตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด
A : ด้านเนื้อหา	A ₁ : ถูกต้องตรงประเด็น สมบูรณ์ และต่อเนื่องเป็นลำดับ
	A ₂ : ถูกต้องตรงประเด็น สมบูรณ์ แต่ไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ
	A ₃ : ถูกต้องตรงประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์และไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ
B : ด้านคุณลักษณะของแผนที่ความคิด	B ₁ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ มีตัวอย่าง
	B ₂ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ แต่ไม่มีตัวอย่าง
	B ₃ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ถูกต้อง แต่ไม่มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ และไม่มีตัวอย่าง
C : ด้านคุณภาพผลงาน	C ₁ : สะอาด เป็นระเบียบ สวยงาม
	C ₂ : สะอาด เป็นระเบียบ แต่ไม่สวยงาม
	C ₃ : สะอาด แต่ไม่เป็นระเบียบ และไม่สวยงาม
D : ด้านความรับผิดชอบ	D ₁ : ทำงานเสร็จตรงเวลา
	D ₂ : ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลา 1 วัน
	D ₃ : ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลา 2 วัน

- 3) นำเกณฑ์และตัวบ่งชี้ดังกล่าวมาสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดคะแนนและระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด ในลักษณะการให้คะแนนแบบรูปิกเป็น 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1 หมายถึง ดีมาก ดีปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงตัวบ่งชี้การประเมิน คะแนน และระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด

ตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการ นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด	คะแนน	ระดับความสามารถในการนำ เสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด
$A_1B_1C_1D_1$, $A_1B_1C_1D_2$, $A_1B_1C_1D_3$ $A_1B_1C_2D_1$, $A_1B_1C_2D_2$, $A_1B_1C_2D_3$ $A_1B_1C_3D_1$, $A_1B_1C_3D_2$	5	ดีมาก
$A_1B_1C_3D_3$ $A_1B_2C_1D_1$, $A_1B_2C_1D_2$, $A_1B_2C_1D_3$ $A_1B_2C_2D_1$, $A_1B_2C_2D_2$, $A_1B_2C_2D_3$ $A_1B_2C_3D_1$, $A_1B_2C_3D_2$, $A_1B_2C_3D_3$ $A_1B_3C_1D_1$, $A_1B_3C_1D_2$, $A_1B_3C_1D_3$ $A_1B_3C_2D_1$, $A_1B_3C_2D_2$, $A_1B_3C_2D_3$ $A_1B_3C_3D_1$, $A_1B_3C_3D_2$, $A_1B_3C_3D_3$	4	ดี
$A_2B_1C_1D_1$, $A_2B_1C_1D_2$, $A_2B_1C_1D_3$ $A_2B_1C_2D_1$, $A_2B_1C_2D_2$, $A_2B_1C_2D_3$ $A_2B_1C_3D_1$, $A_2B_1C_3D_2$, $A_2B_1C_3D_3$ $A_2B_2C_1D_1$, $A_2B_2C_1D_2$, $A_2B_2C_1D_3$ $A_2B_2C_2D_1$, $A_2B_2C_2D_2$, $A_2B_2C_2D_3$ $A_2B_2C_3D_1$, $A_2B_2C_3D_2$, $A_2B_2C_3D_3$ $A_2B_3C_1D_1$, $A_2B_3C_1D_2$, $A_2B_3C_1D_3$ $A_2B_3C_2D_1$, $A_2B_3C_2D_2$, $A_2B_3C_2D_3$ $A_2B_3C_3D_1$, $A_2B_3C_3D_2$, $A_2B_3C_3D_3$	3	ปานกลาง
$A_3B_1C_1D_1$, $A_3B_1C_1D_2$, $A_3B_1C_1D_3$ $A_3B_1C_2D_1$, $A_3B_1C_2D_2$, $A_3B_1C_2D_3$ $A_3B_1C_3D_1$, $A_3B_1C_3D_2$, $A_3B_1C_3D_3$ $A_3B_2C_1D_1$, $A_3B_2C_1D_2$, $A_3B_2C_1D_3$ $A_3B_2C_2D_1$, $A_3B_2C_2D_2$, $A_3B_2C_2D_3$ $A_3B_2C_3D_1$, $A_3B_2C_3D_2$, $A_3B_2C_3D_3$	2	พอใช้
$A_3B_3C_1D_1$, $A_3B_3C_1D_2$, $A_3B_3C_1D_3$ $A_3B_3C_2D_1$, $A_3B_3C_2D_2$, $A_3B_3C_2D_3$ $A_3B_3C_3D_1$, $A_3B_3C_3D_2$, $A_3B_3C_3D_3$	1	ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด ใช้เกณฑ์ ดังนี้

เกณฑ์ดี (ตามสมมติฐาน) = 4 (เมื่อ 4 หมายถึง ระดับดี ในมาตราส่วน
ประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 – 5)

5) นำแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อตรวจสอบพิจารณาแล้วนำเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เพื่อดูความเหมาะสมของเกณฑ์และตัวบ่งชี้ในการประเมิน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ง)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัยถึงผู้บริหารโรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ กรุงเทพมหานคร เพื่อขอความร่วมมือในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ไปทดลองสอน

3.2 ชี้แจงรายละเอียดและข้อตกลงเบื้องต้นในการเรียน จากนั้นเก็บข้อมูลก่อนเรียนโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3.3 ทำการทดลองสอน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา โดยนักเรียน 2 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3.4 เก็บข้อมูลระหว่างเรียน โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดจากการที่ได้เรียนเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

3.5 เก็บข้อมูลหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ฉบับละ 30 ข้อ

3.6 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือ ดำเนินการ ดังนี้

1) วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงของเว็บเพจเพื่อการศึกษา แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาและแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง

2) วิเคราะห์ค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้

3) วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) สูตร K – R 20

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ดำเนินการ ดังนี้

1) วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t – test dependent

2) วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด โดยใช้สถิติ t – test one group

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 146)

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 151)

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

เมื่อ	s^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาเป็นเว็บเพจเพื่อการศึกษา แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 235)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (Difficult Index : p) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index : r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 215)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นทั้งหมด

$$r = \frac{R_H - R_L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ทำได้ดังนี้

1) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) โดยใช้สูตร K – R20 ดังนี้ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 228)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อ
	P	แทน	สัดส่วนผู้ตอบถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด (n)
	Q	แทน	สัดส่วนผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด (n) หรือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของเว็บเพจ

ในการหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
คำนวณจากสูตรดังนี้ (เสาวนีย์ สิกขามันฑิต. 2528 : 56 – 57)

$$\begin{aligned} \frac{E_1}{E_2} \\ \text{โดย} \quad E_1 &= \frac{\left[\frac{\sum X}{N} \right]}{A} \times 100 \quad \text{และ} \\ E_2 &= \frac{\left[\frac{\sum Y}{N} \right]}{B} \times 100 \end{aligned}$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากแบบฝึกหัดระหว่างการทดลองสอน
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียน) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังการทดลองสอน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัด
	$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

4. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

4.1 การทดสอบสมมติฐานข้อ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร คำนวณจากสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 176)

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

เมื่อ	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและคะแนนทดสอบก่อนเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนและคะแนนทดสอบก่อนเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2 การทดสอบสมมติฐานข้อ 2 , 3 และ 4 ใช้ t – test one group โดยสมมติฐานข้อ 2 คือ การนำคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนมาคิดเป็นร้อยละ และสมมติฐานข้อ 3 และ 4 นำคะแนนจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำคะแนนดังกล่าวมาเทียบกับเกณฑ์ “ดี” คำนวณจากสูตรดังนี้ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2526 : 168)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu^*}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือร้อยละที่กำหนดเป็นระดับ (ในสมมติฐาน)*
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือร้อยละที่คำนวณจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง
	S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
* μ สำหรับสมมติฐานข้อ 2 (ดูหน้า 7) คือ ร้อยละ 70			
สำหรับสมมติฐานข้อ 3 และ 4 (ดูหน้า 7) คือ 4.00			

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยนำไปทดลองวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ แขวงบางแคเหนือ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร เพื่อศึกษาเรื่องดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ตามเกณฑ์ 70/70
2. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
3. เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
4. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอเสนอโดยเรียงลำดับดังนี้

1. ประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา

ในการพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ได้มีการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ปรากฏผลดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการประเมิน
1. เนื้อหาและการนำเสนอ	4.16	0.21	ดีมาก
2. ภาษาและตัวอักษร	4.28	0.26	ดีมาก
3. ภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง	4.32	0.30	ดีมาก
ภาพรวม	4.25	0.25	ดีมาก

จากตาราง 17 ผลการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความเหมาะสมทั้งในเรื่องเนื้อหา การนำเสนอ ภาษา ตัวอักษร ภาพกราฟฟิก และพื้นหลัง(Background)

เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1)ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2)ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3)ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด หน่วยการเรียนรู้ที่ 4)ทฤษฎีอะตอมของโบร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5)ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6)คุณสมบัติของสาร เมื่อนำไป

ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและยังไม่เคยเรียนเนื้อหาดังกล่าวมาก่อน จำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ตามเกณฑ์ 70/70 โดยการเปรียบเทียบค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยรวมจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับแบบทดสอบหลังเรียน ปรากฏผล ดังตาราง 18

ตาราง 18 เปรียบเทียบค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบ	$\bar{X}$	S.D	ร้อยละ
ระหว่างเรียน (55 ข้อ)	38.80	4.41	70.55 (E ₁)
หลังเรียน (30 ข้อ)	21.86	2.16	72.89 (E ₂)

จากตาราง 18 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าร้อยละ 70.55 และ 72.89 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพ 70 ตัวแรก และ 70 ตัวหลัง แสดงว่าเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

ในการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียน ทำการศึกษาโดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

2.1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนโดยนำคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อศึกษามาเปรียบเทียบ ปรากฏผล ดังตาราง 19

ตาราง 19 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

พฤติกรรมที่วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ (N = 30)				$\bar{D}$	S.D	t	df	p
		ก่อนเรียน		หลังเรียน						
		$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D					
1. ความรู้ ความจำ	4	0.96	0.96	3.16	1.36	2.20	1.32	9.104*	29	.000
2. ความเข้าใจ	12	3.40	1.40	9.46	2.82	6.06	2.99	11.100*	29	.000
3. กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	9	2.90	1.12	7.06	2.08	4.16	2.53	9.007*	29	.000
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	5	1.23	1.10	3.56	0.89	2.33	1.42	8.985*	29	.000
ภาพรวม	30	8.50	1.94	23.26	6.37	14.76	6.44	12.556*	29	.000

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 19 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนมีความแตกต่างกัน โดยการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้นในพฤติกรรมทุกด้านที่วัด ($p = 0.000$) ทั้งด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2) ค่าร้อยละของผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาค่าร้อยละผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียน โดยนำคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อศึกษามาคิดเป็นค่าร้อยละปรากฏผล ดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียน

พฤติกรรมที่วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบหลังเรียน (N = 30)			ค่าร้อยละที่กำหนดเป็นเกณฑ์	t	df	p
		$\bar{X}$	ร้อยละ**	S.D				
1. ความรู้ ความจำ	4	3.16	79.16	34.16	70	1.469	29	0.076
2. ความเข้าใจ	12	9.46	78.88	23.54	70	2.068*	29	0.024
3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	9	7.06	78.51	23.14	70	2.016*	29	0.026
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	5	3.56	71.33	17.95	70	0.407	29	0.343
ภาพรวม	30	23.26	77.55	21.26	70	1.946*	29	0.030

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** เป็นค่าร้อยละที่คำนวณเทียบจากค่า $\bar{X}$ โดยกำหนดให้คะแนนเต็มมีค่าร้อยละเป็น 100 (เช่น กรณีด้านความรู้ – ความจำ ค่า $\bar{X} = 3.16$ คิดเป็นร้อยละ 79.16 เป็นต้น)

จากตาราง 20 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียน พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้พฤติกรรมที่วัดในแต่ละด้าน ด้านความเข้าใจ และด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าระดับดี ($p = 0.024$ และ 0.026 ตามลำดับ) ด้านความรู้-ความจำ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มีคะแนนหลังเรียนอยู่ในระดับดี ($p = 0.076$ และ 0.343 ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าระดับดี ($p = 0.030$) แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับดี

3. เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยนำคะแนนพฤติกรรมในแต่ละด้านจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนหลังจากเรียนจบบทเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ปรากฏผล ดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

พฤติกรรมด้านเจตคติ	$\bar{X}$	S.D	ค่าเฉลี่ยที่กำหนด เป็นเกณฑ์	t	df	p
1. ความรู้สึกนึกคิดต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา	3.76	0.43	4.00	-2.960	29	0.003
2. การแสดงออกต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา	3.85	0.45	4.00	-1.744	29	0.046
3. การเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา	3.75	0.47	4.00	-2.799	29	0.004
รวม	3.79	0.40	4.00	-2.781	29	0.004

จากตาราง 21 คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร พบว่า เจตคติของนักเรียนในพฤติกรรมทุกด้าน ทั้งด้านความรู้สึกนึกคิด ด้านการแสดงออก และด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดี ($p = 0.003, 0.046$ และ 0.004 ตามลำดับ) แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีเจตคติไม่ถึงระดับดี

4. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยนำคะแนนจากการให้นักเรียนสรุปผลสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยการทำแผนที่ความคิดหลังจากการเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ปรากฏผล ดังตาราง 22

ตาราง 22 แสดงคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

หน่วยการเรียนรู้	$\bar{X}$	S.D	ค่าเฉลี่ยที่กำหนด เป็นเกณฑ์	t	df	p
1. ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	4.66	0.71	4.00	5.135*	29	0.000
2. ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน	4.20	1.12	4.00	0.972	29	0.169
3. ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด	4.53	0.93	4.00	3.117*	29	0.002
4. ทฤษฎีอะตอมของโบร์	4.10	1.15	4.00	0.474	29	0.319
5. ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น	4.56	0.72	4.00	4.264*	29	0.000
6. คุณสมบัติของสาร	4.13	0.97	4.00	0.750	29	0.229
รวม	4.36	0.57	4.00	3.463*	29	0.001

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 22 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร พบว่าความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สูงกว่าระดับดี ($p = 0.000$, 0.002 และ 0.000 ตามลำดับ) สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 อยู่ในระดับดี ($p = 0.169$, 0.319 และ 0.229 ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดสูงกว่าระดับดี ($p = 0.030$) แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดสูงกว่าระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด ผลการศึกษาและการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ได้คะแนนร้อยละ 70)
3. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาอยู่ในระดับดี (มีค่าเท่ากับ 4.00)
4. นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดอยู่ในระดับดี (มีค่าเท่ากับ 4.00)

วิธีดำเนินการวิจัย

แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ กรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน รวม 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

- 2.1) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้
- 2.2)เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
- 2.3)ความสามารถการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
3. แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
4. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารจากคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และตำราวิชาเคมี เพื่อกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 6 หน่วยการเรียนรู้ จากนั้นนำเนื้อหาดังกล่าวมาสร้างเป็นแผนเรื่องราวบทเรียน(Story Board) และนำไปผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ
2. นำแผนเรื่องราวบทเรียนที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มาพัฒนาเป็นเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร และนำไปผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษร และด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง(Background)

ขั้นตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ดำเนินการ ดังนี้

1. นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับความสามารถในการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข
2. นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 9 คน ซึ่งมีระดับความสามารถในการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อนำผลการทดลองมากำหนดเกณฑ์ที่จะใช้เป็นค่าประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา และนำไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 3 นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปทดลอง ดำเนินการ ดังนี้

1. ทำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัยถึงผู้บริหารโรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ เพื่อขอความร่วมมือในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาไปทดลองสอน

2. ชี้แจงรายละเอียดและข้อตกลงเบื้องต้นในการเรียน จากนั้นเก็บข้อมูลก่อนเรียน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3. ทำการทดลองสอนโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยนั่งเรียน 2 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

4. เก็บข้อมูลระหว่างเรียนโดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด จากการที่ได้เรียนเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

5. เก็บข้อมูลหลังเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร จำนวน 30 ข้อ และทำแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา จำนวน 30 ข้อ

6. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนจบบทเรียนเว็บเพจเพื่อการศึกษา โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ใช้สถิติ $t - test dependent$

3. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนของนักเรียน โดยนำคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ หลังเรียนมาคิดเป็นค่าร้อยละและนำมาเปรียบเทียบกับค่าร้อยละที่กำหนดเป็นเกณฑ์ ใช้สถิติ $t - test one group$

4. วิเคราะห์เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา โดยนำคะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบถามวัดเจตคติมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยที่กำหนดเป็นเกณฑ์ ใช้สถิติ $t - test one group$

5. วิเคราะห์ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดของนักเรียน โดยนำคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการแผนที่ความคิดมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยที่กำหนดเป็นเกณฑ์ ใช้สถิติ $t - test one group$

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร พบว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 70.55 / 72.89 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p = 0.000$) และเมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่วัดในแต่ละด้าน ทั้งด้านความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คะแนนหลังเรียนสูงขึ้นในทุกด้าน

3. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าระดับดี ($p = 0.030$) และเมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่วัดในแต่ละด้าน พบว่า ด้านความเข้าใจ และกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าระดับดี ด้านความรู้ – ความจำ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คะแนนหลังเรียนอยู่ในระดับดี

4. เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดีในพฤติกรรมทุกด้าน ($p = 0.004$) ทั้งด้านความรู้สึกนึกคิด ด้านการแสดงออก และด้านการเห็นความสำคัญ และประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

5. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดสูงกว่าระดับดี ($p = 0.001$) และเมื่อพิจารณาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สูงกว่าระดับดี หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 อยู่ในระดับดี

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาวิจัย อภิปรายผล ดังนี้

1. เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีประสิทธิภาพ 70.55/72.89 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งผลการวิจัยข้างต้นเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียน มีค่าร้อยละ 70.55 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าร้อยละ 72.89 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้

ประการแรก การออกแบบและพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับหลักในการออกแบบและดำเนินการพัฒนาเว็บเพจเพื่อศึกษามาเป็นลำดับขั้น โดยได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของแผ่นเรื่องราวบทเรียน (Story Board) เกี่ยวกับเนื้อหา จุดประสงค์ แบบฝึกหัด ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนและเวลาเรียน อีกทั้งได้มีการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษร และด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง ซึ่งได้มีการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ระดับดีมาก ส่งผลให้เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้ จากนั้นได้มีการนำไปทดลองวิจัยนักร้อง โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องดูความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของเว็บเพจเพื่อการศึกษา และนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เว็บเพจเพื่อศึกษามีคุณภาพยิ่งขึ้น จากนั้นจึงนำไปทดลองกับนักเรียน จำนวน 9 คน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขและนำผลที่ได้ใช้ในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเว็บเพื่อศึกษาก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บเพื่อการศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงเป็นสิ่งที่น่าเชื่อถือได้ว่าเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ ดังที่

มนตรี ดวงจิโน(2544 : 36) ได้กล่าวว่า ในการพัฒนาเว็บเพจสำหรับการเรียนการสอน จะต้องคำนึงถึงเป้าหมายเป็นสำคัญ จึงต้องมีการออกแบบและพัฒนาอย่างมีระบบ ก็สามารถที่จะนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประการที่สอง เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นให้มีลักษณะเป็นสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ ในรูปแบบที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น โดยการใช้ภาพประกอบ ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่มีสีสันสวยงาม (อีกทั้งภาพเคลื่อนไหวบางส่วนนักเรียนสามารถควบคุมได้) มีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันได้ และมีการประเมินผลเพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นเป็นสื่อที่นักเรียนให้ความสนใจ นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียน มีความรู้และเข้าใจในบทเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมพร สุขะ (2545 : 17) ที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยภาพที่หลากหลายลักษณะ จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความพึงพอใจ สนใจใคร่รู้และมีความรู้สึคว่าตนเองมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความตั้งใจ

ประการสุดท้าย เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น เป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่เรียนผ่านทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย และกำลังอยู่ในความสนใจของนักเรียน ซึ่งครูผู้สอนส่วนน้อยจะใช้วิธีการสอนผ่านทางอินเทอร์เน็ต จึงทำให้นักเรียนไม่เคยเรียนด้วยวิธีนี้มาก่อน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และมีความกระตือรือร้นที่อยากจะเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเคซี (Cassey. 1994) ที่ว่า การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ผู้เรียนมีความสนใจสืบค้นข้อมูลมากขึ้น และกล้าแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เนื่องจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอม และคุณสมบัติของสาร ในเนื้อหาที่มีการคำนวณ นักเรียนมักจะไม่ค่อยเข้าใจและต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งการใช้วิธีการถามตอบทางกระดานข่าว(เว็บบอร์ด) หรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มีความล่าช้า และมีข้อจำกัดในการพิมพ์สูตรสมการและเลขยกกำลัง ซึ่งผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการอธิบายเสริมให้นักเรียนโดยการสอนเหมือนกับการเรียนในห้องเรียนปกติ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p = 0.000$) ในทุกพฤติกรรมที่วัด ทั้งด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้

ประการแรก เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษรและด้านภาพกราฟิกและพื้นหลัง(Background) ผลการประเมินมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก อีกทั้งได้นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาไปทดลองวิจัยนำร่องเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และมีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง จึงถือว่าเว็บเพจเพื่อศึกษามีประสิทธิภาพทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปชา ทับทิมทอง (2543 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

และสอดคล้องกับ เอนก ประดิษฐพงษ์ (2545 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชีวิตและวิวัฒนาการ มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประการที่สอง เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น เป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่มีการนำเสนอเนื้อหาเรื่องราวได้น่าสนใจในลักษณะรูปแบบที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยการใช้ภาพประกอบคำอธิบาย ซึ่งมีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ที่มีสีสันสวยงาม ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนที่นักเรียนให้ความสนใจ และมีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน และเร้าความสนใจที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา (อเนก ประดิษฐพงษ์, 2545 : 65) อีกทั้งยังมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ซึ่งมีการแจ้งคะแนนและผลการประเมิน ซึ่งช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (ทิภากร สาริกา 2546 : 84) ด้วยเหตุนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอม และคุณสมบัติของสาร มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้สูงขึ้น

ประการสุดท้าย ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเอง กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้จัดลำดับขั้นตอนในการเรียน โดยจะเลือกเรียนเนื้อหาใดก่อนหรือหลังได้ตามความสนใจ ตามความสามารถของตนเอง และตามแต่ศักยภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนเนื้อหาด้วยตัวเองจะทำให้นักเรียนมีความสบายใจ ไม่เครียด ไม่เกิดความวิตกกังวลในการเรียน อีกทั้งยังเกิดความสนุกสนาน และความเพลิดเพลินในการเรียน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ อุทัย ดุลยเกษม (2543 : 44-84) ที่ว่า ผู้เรียนที่สามารถกำหนดขั้นตอนและวิธีการเรียนด้วยตนเอง รวมทั้งสิ่งแวดล้อมในการเรียนและบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ปราศจากความกดดัน จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

3. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอม และคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับดี ($p = 0.030$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการดังนี้

ประการแรก ผู้วิจัยได้นำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองวิจัยนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งในช่วงการทดลองกับนักเรียนจำนวน 9 คน เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา และในช่วงทดลองกับนักเรียนจำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ซึ่งผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 70.37 และ 72.89 ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำค่าร้อยละดังกล่าวไปกำหนดเป็นเกณฑ์ผลการเรียนด้านความรู้หลังเรียนอยู่ในระดับดี คือ ได้คะแนนร้อยละ 70 ดังนั้น ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างน่าจะใกล้เคียงกับผลการวิจัยนำร่อง เนื่องจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนเดียวกันจะมีคุณลักษณะคล้ายคลึงกัน

ประการสุดท้าย เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น เป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบใหม่ เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เรียนผ่านทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่และกำลังอยู่ในความสนใจของนักเรียน อีกทั้งรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่มีคำอธิบายและมีภาพประกอบ ซึ่งมีทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ที่มีสีสันสวยงามและนักเรียนสามารถควบคุมได้ มีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาและเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง มีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบให้นักเรียนได้ฝึกทำ ซึ่งมีการแจ้งคะแนนและผลการประเมินทันที ทำให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ (จุฑารัตน์ ศรทวนวงศ์, 2544 : 50) เนื่องจากการเรียนการสอนแบบใหม่ และนักเรียนไม่ค่อย

ได้เรียนด้วยวิธีนี้นัก ประกอบกับในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เป็นการเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน โดยครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้แนะนำในการเรียน ส่วนนักเรียนจะมีบทบาทในการเรียนมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ นักเรียนจะเป็นผู้ควบคุมการเรียนของตนเอง สามารถจัดลำดับขั้นตอนในการเรียนว่าจะเรียนเนื้อหาใดก่อนหรือหลังได้อย่างอิสระ ตามความสนใจและความสามารถของตนเอง นักเรียนสามารถเรียนและค้นคว้าได้ด้วยตนเอง สามารถทบทวนเนื้อหาในเรื่องที่ยังไม่เข้าใจได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนดียิ่งขึ้น อีกทั้งในขณะที่เรียนนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความรู้และแสดงความคิดเห็นได้ตลอดเวลา สามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ตลอดจนเป็นการฝึกตนเองให้มีวินัยและมีความรับผิดชอบในการเรียนมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เลี้ยง ซาตาริคุน (2543 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การชนและโมเมนตัม บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้สูงขึ้น สอดคล้องกับ พูลศรี เวศย์อุพาร (2543 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกแผนการเรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าการเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .01$ และสอดคล้องกับทิภากร สาลิกา (2546 : 83) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงขึ้น

อนึ่ง จากผลการวิจัย พบว่า การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ในด้านการนำความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่สูงมากนัก เนื่องจาก การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นการเรียนที่นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติกับสื่อการเรียนการสอนที่เป็นของจริง ประกอบกับเนื้อหาเรื่องดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่มีการคำนวณค่อนข้างยาก และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน จึงส่งผลให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ในด้านดังกล่าวมีคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยไม่สูงมากนัก อีกทั้ง จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า ในการจัดนักเรียนเข้าคู่ในการเรียน ควรจัดนักเรียนที่ระดับความสามารถในการเรียนเก่งปานกลาง และอ่อนให้นั่งเรียนคละกัน ไม่ควรให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนอ่อนนั่งเรียนคู่กัน เนื่องจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนอ่อนไม่สามารถที่จะเรียนเนื้อหาที่ยากและมีการคำนวณได้ด้วย ตนเอง ประกอบกับไม่กล้าที่จะตัดสินใจและไม่มีความเชื่อมั่นในตัวเอง จึงส่งผลให้ผลการเรียนของนักเรียนไม่สูงมากนัก

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน และเป็นสื่อการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่นักเรียนและครูผู้สอนสามารถที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดีในทุกพฤติกรรมที่วัด ($p = 0.004$) ทั้งด้านความรู้สึกนึกคิด ด้านการแสดงออก และด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้

ประการแรก ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพียง 3 – 4 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาเพียงสั้นๆ อีกทั้งในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เป็นการเรียนภายในห้องเรียน นักเรียนนั่งเรียนอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องใช้สายตาในการเรียนเนื้อหาความรู้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน และในขณะที่เรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ยังถูกกำหนดด้วยเวลา ซึ่งต้องเรียนด้วยความเร่งรีบเพื่อให้ทันกับเวลา ทำให้ไม่มีอิสระในการเรียน เกิดความเครียด และรู้สึก

เบื่อหน่าย จึงส่งผลต่อเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดี ถึงแม้ว่าการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาจะเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย และกำลังอยู่ในความสนใจของนักเรียนก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แมคมิลแลน และเมย์ (McMillan and May, 1979 : 220) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมในชั้นเรียน และบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อเจตคติของนักเรียน และสอดคล้องกับ เพาเวอร์ (Power, 1981 : 34 – 38) ที่พบว่า เมื่อสภาพแวดล้อมในการเรียนเปลี่ยนไปย่อมมีผลต่อเจตคติของนักเรียนไปในทางที่สูงขึ้นหรือลดลง

ประการสุดท้าย เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ลักษณะเนื้อหาที่น่าสนใจบางหน่วยการเรียนรู้ในหน้าเว็บเพจค่อนข้างมากเกินไป ทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลามากในการอ่านและทำความเข้าใจบทเรียน ประกอบกับเนื้อหาดังกล่าวค่อนข้างยาก เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่มีการคำนวณ และไม่เคยเรียนมาก่อน อาจทำให้นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจในบทเรียน จึงเกิดความรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่ค่อยสนุกสนาน และบางครั้งไม่อยากจะเรียนด้วยวิธีนี้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาไม่ถึงระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ไพโรจน์ ติรัตนากุล และคณะ (2542 : 32) ที่กล่าวว่า ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรใช้ภาพ แผนภูมิ คำหรือข้อความสั้นๆที่เข้าใจง่าย สื่อความหมายดี ไม่ควรให้มีเนื้อหามากเกินไป โดยเฉพาะเนื้อหาอยู่ในแต่ละส่วน ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน

อนึ่ง จากการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา นักเรียนมีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และตื่นเต้นกับสิ่งที่ได้เรียน แต่การเรียนด้วยการจำกัดเวลาและเร่งรีบ อีกทั้งการเรียนเพียงระยะเวลาสั้นๆและต้องทำงานส่งทุกครั้งในการเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนรู้สึกไม่มีอิสระ ในบางครั้งเกิดความเครียด จึงส่งผลให้นักเรียนรู้สึกไม่ติดต่อการเรียนด้วยวิธีนี้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และไม่ควรกำหนดด้วยเวลาในการเรียน แต่ควรให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนมากที่สุดตามศักยภาพของนักเรียน

4. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดสูงกว่าระดับดี ($p = 0.001$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังนี้

ประการแรก ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่ได้นำเสนอเนื้อหาเรื่องราวที่ความกระชับและน่าสนใจ มีคำอธิบายและภาพประกอบ ซึ่งมีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่นักเรียนสามารถควบคุมได้ ซึ่งมีสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจ ประกอบกับการจัดลำดับเนื้อหาที่มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาที่ต่อเนื่อง มีความยากง่ายเหมาะสม และในการเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และมีหัวข้อย่อยในการเรียนเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ซึ่งเมื่อนักเรียนเข้าไปเรียนเนื้อหาดังกล่าวจะทำให้นักเรียนเข้าใจในบทเรียนได้ดี ไม่เกิดการสับสน สามารถที่จะสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และนำเสนอในรูปของความคิดแบบองค์รวมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนมนัส สุดสิ้น (2543 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเรียนแผนผังมโนทัศน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทรจิรา จุมพลหล้า (2546 : บทคัดย่อ) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยโดยใช้บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 83.27

ประการสุดท้าย ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง มีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง สามารถจัดลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้ได้ตามความสนใจ ความสามารถ ตามศักยภาพของแต่ละบุคคลและยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีวินัยและมีความรับผิดชอบในการเรียนมากยิ่งขึ้น อีกทั้ง กิจกรรมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังก่อให้เกิดทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยเฉพาะการวิเคราะห์แบบสืบค้น เนื่องจากในขณะเรียนนักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปยังข้อมูล ข่าวสารจากเว็บไซต์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในการเข้าไปเรียนเนื้อหาดังกล่าว นักเรียนจะต้องคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และมีการจัดกระทำกับเนื้อหาที่ได้เรียนอย่างมีระบบ จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถสรุปและนำเสนอเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ และมีความต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมปารัตนา วงศ์บุญหนัก (2537 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า ความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และธนภณ ธรรมรักษ์ (2546 : 83) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการนำเสนอผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

อนึ่ง จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร คะแนนเฉลี่ยไม่สูงมากนัก เนื่องจาก เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 และ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เนื้อหาค่อนข้างยาก และมีหลายหัวข้อที่จะต้องเรียน อาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ไม่ค่อยเข้าใจ สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ซึ่งเนื้อหาไม่ยากแต่เป็นหน่วยการเรียนรู้สุดท้ายซึ่งนักเรียนอาจเกิดความเหนื่อยล้าและเบื่อหน่ายที่จะต้องเรียนจึงส่งผลให้นักเรียนไม่ยากที่จะทำแผนที่ความคิด

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ และสามารถสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และนำเสนอออกมาในรูปของการทำแผนที่ความคิด ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ควรมีการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความรู้และทักษะพื้นฐานในการใช้อินเทอร์เน็ตของนักเรียนก่อนนำเว็บเพจเพื่อศึกษานี้ไปใช้กับนักเรียน หากนักเรียนขาดทักษะพื้นฐานทางด้านอินเทอร์เน็ต ผู้สอนควรมีการสอนและฝึกทักษะให้นักเรียนก่อน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

2. ในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้จริง ควรให้นักเรียนได้เรียนอย่างอิสระตามความสามารถของแต่ละบุคคล ไม่มีการกำหนดเวลา เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนด้วยตนเอง และเกิดการเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของแต่ละคน

3. ในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ควรนำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ไปหาคุณภาพของแบบทดสอบใหม่อีกครั้งเพื่อให้แบบทดสอบมีคุณภาพความเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มนั้นๆ

4. ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ในกรณีที่เนื้อหา มีการคำนวณ นักเรียนมักไม่ค่อยเข้าใจ ซึ่งต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งการใช้กระดานขาวหรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในการอธิบายมีความล้าช้า และมีข้อจำกัดในเรื่องการพิมพ์สูตร สมการ และเลขยกกำลัง ผู้สอนควรจะอธิบายเนื้อหาดังกล่าวด้วยวิธีการสอนแบบปกติเช่นเดียวกับการเรียนในห้องเรียน

5. ในการนำเว็บเพจเพื่อการศึกษาไปใช้ ผู้สอนควรมีความรู้และทักษะในการใช้อินเทอร์เน็ต เพื่อโต้ตอบกับผู้เรียน เช่น กระดานขาว จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

6. ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา กรณีที่โรงเรียนมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ กับจำนวนนักเรียนในการเรียน 1 คน/เครื่อง ซึ่งจะต้องจัดให้นักเรียนนั่งเรียนคู่กัน ควรจัดนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนคละกัน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

7. ในการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา ผู้สอนสามารถสอดแทรกกิจกรรมอื่นๆ แนะนำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์อื่นๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน ในส่วนความรู้เพิ่มเติมดังกล่าว ควรมีใบงานให้นักเรียนได้บันทึกหรือตอบคำถาม เพื่อให้เข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินผล การเรียนรู้

8. ในการพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา การนำเสนอเนื้อหาควรเป็นแบบสรุป ไม่ควรมีเนื้อหามากเกินไป เพราะทำให้ต้องใช้เวลามากในการอ่าน อาจทำให้รู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษาในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ หรือรายวิชาอื่นๆ เนื่องจากเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัย และเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมเข้าสู่ยุคของข้อมูลข่าวสาร หรือยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology หรือ IT)

2. ควรศึกษาผลการใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาในลักษณะอื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. ควรศึกษาผลการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ

4. ควรศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในโรงเรียนกับการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามอัยยาศัยว่ามีผลแตกต่างกันอย่างไร

5. ควรพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา ในลักษณะที่ก่อให้เกิดทักษะกระบวนการคิด หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เช่น การสร้างสถานการณ์จำลอง การสร้างเนื้อหาในเชิงเปรียบเทียบ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤษณา ชูติมา. (2540). หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กองวิชาการและแผน. (2542, กรกฎาคม-สิงหาคม). "อินเทอร์เน็ต," จัดหางานปริทัศน์. 4(4) : 42-45.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- กรรชิต มัลลียงศ์. (2543). *Web Technology ศูนย์บริการสารสนเทศทางเทคโนโลยี Technical Information Access Center (TIAC)*. (online). Available: <http://www.cybertools.biotech.or.th>.
- จันทร์จิรา จูมพลกล้า. (2546). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- จิตติมา พุทธเจริญ. (2543). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจจากรูปแบบเว็บเพจที่มีการนำเสนอต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- จิราพร พวงสุวรรณ. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหิดล ในกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศด้วยการเรียนการสอนปกติกับการเรียนการสอนจากอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ถ่ายเอกสาร.
- จุฑารัตน์ ศราวณะวงศ์. (2544, มกราคม-มีนาคม). "ผลของการเรียนบนเครือข่ายต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้เครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น" วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์. 18(2) : 41.
- เจนวิทย์ เหลืองอร่าม. (2541). *Internet และวิธีการใช้ World Wide Web*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2542, มิถุนายน). "นวัตกรรมการจัดการเรียนผ่านเครือข่ายเวิลด์ ไวด์ เว็บ," สานปฏิรูป. 2(1) : 28-30.
- ชรัยพร ภูมา. (2543). ความคาดหวังและความพึงพอใจในการใช้ประโยชน์จากเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย (SchoolNet) เพื่อพัฒนาการศึกษาและเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ นศ.ม. (สื่อสารมวลชน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยพจน์ รักราม. (2540, กันยายน-ธันวาคม). "เทคโนโลยีสารสนเทศ ตอนที่ 2," วารสารวิทยบริการ. 8(3) : 1-14.

- ชัยยุทธ ช่างสาร และเลิศณรงค์ ศรีพนม. (2543). *เคมีประยุกต์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ว.เพ็ชรสกุล.
- ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2545). *คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ระดับมัธยมศึกษา*.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จันทน์ปัทม.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2520). *การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา
และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดำรง คงสวัสดิ์. (2539). *เคมีเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2526). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. พิษณุโลก :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตร และการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ถนอมพร ดันพิพัฒน์. (2539, กรกฎาคม-กันยายน). "อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา,"
วารสารครุศาสตร์. 25(1) : 1-11.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2540-2541, พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์). "อินเทอร์เน็ต : เครื่องช่วยเพื่อการ
ศึกษา," *วารสารครุศาสตร์*. 26(2) : 58-60.
- (2545). *Designing e-Learning : หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน*.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อรุณ.
- ทิภากร สาลิกา. (2546). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์เบื้องต้น*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธงชัย ชิวประชา, ณรงค์ชัย รูปพณ และ ปรีชา เดชศรี. (2526). "การวัดผลและประเมินผลการเรียน
การสอนวิทยาศาสตร์" ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วย 8 -15.
กรุงเทพฯ : สุโขทัยธรรมาราช.
- ชนกณ ธรรมรักษ์. (2546). *การพัฒนาแบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธวัชชัย อติเทพสถิต. (2545, มกราคม-กุมภาพันธ์). "WBI การเรียนการสอนในยุคไร้พรมแดน,"
สารเนคเทค. 9(44) : 19.
- ธัญลักษณ์ คงกะเรียน. (2544). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ไฮเปอร์เท็กซ์วิชา
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
ถ่ายเอกสาร.
- นวลจิต เชาวศิริพิงศ์. (2537, ตุลาคม-ธันวาคม). "ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน,"
วารสารพัฒนาหลักสูตร. 14(119) : 6.
- บุญเรือง เนียมหอม. (2540). *การพัฒนาระบบการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา*.
วิทยานิพนธ์ ค.ด. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- ปชา ทับทิมหอม. (2543). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
กรณีศึกษา : บทเรียนเรื่อง Environmental Risk Assessment. วิทยานิพนธ์ วท.ม.
(เทคโนโลยีการจัดระบบสารสนเทศ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
ถ่ายเอกสาร.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2526). ทศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ : พีรพัฒนา.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. (2545). เคมีพื้นฐาน เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรทิพย์ โล่ห์เลขา. (2540). World Wide Web : เครื่องมือใช้ Internet สำหรับทุกคน.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อุษา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2531). วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ✓ ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2542). "Webpage," วารสารเทคโนโลยีการศึกษา. 6 : 97-99.
-----, (2543). "ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์," เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา. 7(1) : 85-97.
- ไพโรจน์ เบาใจ. (2544). "อดีต ปัจจุบันของอินเทอร์เน็ต," เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา. 8(1) : 37-43.
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุล; ไพบุลย์ เกียรติโกมล และสิริลักษณ์ ตีรณธนากุล. (2542). Design IMM
Computer Instruction การออกแบบการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ไพศาล หวังวานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาวดี เกตุก. (2541). ผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความ
สามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนีวัลย์ เมะอมร. (2540). อินเทอร์เน็ต : การใช้ประโยชน์และความพึงพอใจของผู้ใช้ที่เป็นคนไทย.
วิทยานิพนธ์ นศ.ม. (สารสนเทศ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
ถ่ายเอกสาร.
- มนตรี ดวงจิโน. (2544, พฤษภาคม-สิงหาคม). "การสร้างเว็บเพจห้องเรียนเสมือนทางอินเทอร์เน็ต,"
วารสารวิทยบริการ. 12(2) : 35-45.
- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์
วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการ
เขียนแผนผังโนมดิ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- มนัส บุญประกอบ. (2533, มกราคม-มีนาคม). "ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา : แผนภูมิโมโนทัศน์,"
วารสาร สสวท. 18(69) : 26-29.
-----, (2533, กรกฎาคม-กันยายน). "แผนภูมิโมโนทัศน์ การนำไปใช้ในชั้นเรียน,"
วารสาร สสวท. 18(71) : 15-25.

- มนัส บุญประกอบ. (2543, พฤษภาคม). "การวางแผนการทำงานด้วย ซี เอ็ม,"
วารสารพฤติกรรมศาสตร์. 6(1) : 21-36.
- ยงยุทธ ยุทธวงศ์. (2527, กันยายน). "การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์," วารสารวิทยานิพนธ์.
5(1) : 19.
- ยีน ภู่วรรณ. (2543, กรกฎาคม-กันยายน). "การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ
เทคโนโลยีตามแผนปฏิรูปการศึกษา," วารสาร สสวท. 28(110) : 32-36.
- เย็นใจ เลหาวิช. (2519). *ฟิสิกส์ยุคใหม่*. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- รุ่ง แก้วแดง. (2543). *การปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการการ
ศึกษาแห่งชาติ. กระทรวงศึกษาธิการ.
- ล่อ อางนันทน์. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสร้างเสริม
ประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สิ่งแวดล้อมทางสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการ
สอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดา มีสุข. (2539). *เคมีทั่วไป เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เลี้ยง ซาตาธิคุณ. (2543). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การชนของโมเมนตัม
บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*.
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชคุปต์. (2532). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับครู*. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2543). *ผลการเรียนรู้ในกระบวนการทัศนใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิโรจน์ ปิยวัชรพันธุ์. (2541). *เคมีทั่วไป 1*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏยะลา.
- ศุภลักษณ์ ทองสนธิ. (2536). *ผลการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- (2542). *คู่มือครูวิชาเคมี ว 431*. กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา.
- (2546). *สาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*.
กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา.
- สนั่น มาสกลาง. (2544, พฤศจิกายน). "IT กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้," วารสารวิชาการ.
4(11) : 66-67.
- สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล. (2539). "อินเทอร์เน็ต : บริการและข้อควรระวัง," *ความรู้คือประทีป*.
3 : 10-15.

- สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมพร สุขะ. (2545). การพัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ ภู่วิจาดาวรรณ. (2544). การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : The knowledge center.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2522, กรกฎาคม). "การวัดเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์," *มิตรครู*. 13 : 11-15.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *ปฏิรูปการศึกษา มิติใหม่ที่เริ่มแล้ว*. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2529). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2528*. กรุงเทพฯ : อรุณสภาลาดพร้าว.
- สุนีย์ ขวัญศิริ. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุศักดิ์ แพรดำ. (2544). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. อุบลราชธานี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (เล่ม1-2)*. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คเซ็นเตอร์.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์ อุดสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- หทัยรัช รัสสุวรรณ. (2539). *ผลการสอนโดยใช้แผนที่มโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านมโนทัศน์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- องอาจ ฤทธิ์ทองพิทักษ์. (2539). *พฤติกรรมการสื่อสารผ่านระบบเว็ลด์ไวด์เว็บของนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ นศ.ม. (การประชาสัมพันธ์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อเนก ประดิษฐ์พงษ์. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ชีวิตและวิวัฒนาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อารมณ เพชรรัตน์. (2527). *เทคนิคการวัดและประเมินผลการศึกษาในระดับประถมศึกษา*.
 ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- อินทรา หาญพงษ์พันธ์. (2534). *เคมีทั่วไปสำหรับนิสิตวิศวกรรมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
 โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุทัย ดุลยเกษม. (2543). *ศึกษาการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- Bodulus, James Edward. (1987, March). "The Construction of Concept Mapping Strategy to
 Facilitates Meaningful Learning for Ninth Grade Students in Science," *Dissertation
 Abstracts International*. 477(9) : 3387 –A.
- Brain Patrick, Beaudrie. (2000). "Analysis of Group Problem – Solving Tasks in a Geonetry
 Course for Teachers Using Computer – Mediated Conferencing," (online). Available :
[http : //www.lib.imi.com/dissertations/fullcit/9962225](http://www.lib.imi.com/dissertations/fullcit/9962225).
- Bratt, M.H. (1977, November). "An Investtigation of Two Methods of Science Intruction and
 Teacher Attitudes Towards Science," *Journal of Research in Science Teaching*.
 14(5) : 533-538.
- Esler, W.K. & Esler, M.K. (1985). *Teaching Elementary Science*. 4th ed. Belmont :
 Wadsworth.
- Feldsine, John Edward, Jr. (1988, March). "The Construction of Concept Maps Facilitates the
 Learning of General College Chemistry : A Case Study," *Dissertation Abstracts
 International*. 48(9) : 2301-A.
- G. Shotsberger, Paul. (1999). "The Instruction Project : Web Professional Development for
 Mathematics Teacher," *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*.
 (online). 14(3). Available : <http://www.aace.org/pubs/jmst/v18n1.htm>
- Henke, Harold. (2000). *Evaluating Web – Based Instruction Design*. (online). Available :
<http://www.scis.nova.edu/~henkeh/story1.htm>
- Jean, Casey M. (1994). *Teacher Net : Student - Teacher Travel Their Information Highway*.
 (CD rom). Silver Platter File : ERIC ITEM : EJ 500403.
- John Olmsted III. & Gregory M. Williams. (1997). *Chemistry : the Molecular Science*.
 California : Year Book Inc.
- Kettinger. W.J. (1991, August). "Computer Classrooms in Higher Education : An Innovation on
 Teaching," *Educational Technology*. 31(8) : 36-43.
- Kurubacak, Gulsun. (2000). *A Study of Students AttitudesTtowards Web-Based Instruction
 (WBI)*. Ed.D.University of Cincinnati. (online). Available :
<http://www.lib.umi.com/disertations/fullcit/9973125>.
- McMillan, J.H. & M.J. May. (1979, May). "A Student of Factors Influencing Attitudes Toward
 Science," *Journal of Research in Science Teaching*. 16(3) : 217-222.

- Power, C. (1981, January). "Changes in Student Attitudes Toward Science in the Transition Between Australian Elementary and Secondary Schools," *Journal of Research in Science Teaching*. 18(1) : 33-39.
- Ralph A. Burns. (1995). *Fundamentals of Chemistry*. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall.
- Ramsey, Phillip., Roda, Roy. & Acquah, Sharon. (1995). "Collabarative 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>.
- Read, R.B. (1986, October). "The Effects of Computer-Assisted Intruction on Achievement and Attitudes of Underachievers in High School Biology," *Dissertation Abstracts International*. 47(4) : 1270-a.
- Ryan, Joe. & McClure, Charles R. (1994). "Users' Perspectives on U.S. Government Information and Services on the Internet : A Summary from Two Seminars," *A Report Prepared for The Information Infrastructure Task Force*. New York.
- Selim, Mohamed Ahed Mahamed. (1982 , January). "The Effect of Discovery and Expository Teaching on Science Achievement and Science Attitude of Male and Female Fifth Grade Students in Egypt," *Dissertation Abstracts International*. 42(7) : 3001 – a.
- Tyan, Nay-ching Nancy & Hong, Frank Min-chow. (2000). *When Western Technology Meets Oriental Culture : Use of Communication in a Higher Education Classroom*. (online). Availavble : <http://ericir.edu/>.
- Wise, K.C. (1980, February). "The Impact of Microcomputer Simulation on the Achievement and Attitude of High School Physical Science Students," *Dissertation Abstracts International*. 44(5) : 2432-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- ตัวอย่างสำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ ศรีไพโรจน์
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุปผา แซ่มประเสริฐ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
4. อาจารย์ ดร. สมพร สุขะ
ภาควิชาเทคโนโลยีทัศนสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ
5. อาจารย์เอนก ประดิษฐ์พงษ์
หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีพญา กรุงเทพมหานคร
6. อาจารย์โชคชัย สกลวิรัตน์
หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนคุระบุรีพิทยาคม จังหวัดพังงา
7. อาจารย์รัตนภรณ์ คงเจริญ
หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ กรุงเทพมหานคร
8. อาจารย์นิตยา ปรีชาหาญ
ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดอุดมรังสี กรุงเทพมหานคร



ที่ ทม 1012/4922

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๕ มิถุนายน 2546

เรื่อง ขออนุญาตเพื่อการศึกษาวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม และแบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวจรรุญรัตน์ พันธุ์คงอดิศักดิ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสารสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4" โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอให้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน ตอบแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร และแบบวัดเจตคติของ นักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ในระหว่างเดือน มิถุนายน 2546

จึงเรียนมาเพื่อขออนุญาตให้ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวจรรุญรัตน์ พันธุ์คงอดิศักดิ์ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 01-4884869

ที่ ทม 1012/ 4/15



117

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ พฤษภาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

เนื่องด้วย นางสาวจรรยารัตน์ พันธุ์คงศักดิ์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร" สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4" โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ดร.สมพร สุขะ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษาให้ นางสาวจรรยารัตน์ พันธุ์คงศักดิ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-4217352 มือถือ 01-4884869

ที่ ทม 1012/ 2054



บัณฑิตวิทยาลัย

118

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๘ พฤษภาคม 2546

เรื่อง ขออนุมัติเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนราชวินิตบางแคปานจ่า

เนื่องด้วย นางสาวจรรยารัตน์ พันธคงอดิศักดิ์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเว็บเพจ เพื่อการศึกษา เรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร" สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4" โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์ เป็นคณะกรรมการควบคุม การทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอใช้ ห้องคอมพิวเตอร์เพื่อทดลองสอนผ่านสื่อคอมพิวเตอร์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติ ของสาร กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน ในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2546

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวจรรยารัตน์ พันธคงอดิศักดิ์ ได้ใช้ห้องคอมพิวเตอร์และทดลองสอน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-4217352 มือถือ 01-4884869

ที่ ทม 1012/ 1872



119

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๐ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนราชวินิตบางแคปานจ่า

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวจรรุณรัตน์ พันธุ์คงอดิศักดิ์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร" สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4" โดยมีอาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 100 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2546

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวจรรุณรัตน์ พันธุ์คงอดิศักดิ์ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 01-4884869



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5618, 5731

ที่ ทม 1012/CC ๒๙

วันที่ 3 มกราคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวจรรยรัตน์ พันธคงอดิศักดิ์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร” สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4” โดยมีอาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผ่านเรื่องราว (Story board) เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร”

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผ่านเรื่องราว (Story board)ฯ ให้ นางสาวจรรยรัตน์ พันธคงอดิศักดิ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

121

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5731, 5618

ที่ ทม 1012/9115

วันที่ 3 ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวจรรยารัตน์ พันธุ์คงอดิศักดิ์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษาเรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร" สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4" โดยมี อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถาม วัตถุประสงค์ของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถาม แบบประเมิน และแบบทดสอบ ให้ นางสาวจรรยารัตน์ พันธุ์คงอดิศักดิ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นิภาภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

- แบบประเมิน เนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”
โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน คุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”
โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบสอบถามความคิดเห็นต่อเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”
โดยนักเรียน
- แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”
โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน เกณฑ์การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำ
แผนที่ความคิด (Mind Mapping) โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน การกำหนดตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนนและระดับความสามารถในการ
นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมิน

เนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษา(แผ่นเรื่องราว) เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำแนะนำ

1. แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษาจากแผ่นเรื่องราว(Story board) เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน (กรอบที่ 2 – กรอบที่ 9)
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน (กรอบที่ 10 – กรอบที่ 21)
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด (กรอบที่ 22 – กรอบที่ 31)
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎีอะตอมของบอร์ (กรอบที่ 32 – กรอบที่ 40)
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น (กรอบที่ 41 – กรอบที่ 53)
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร (กรอบที่ 54 – กรอบที่ 62)

2. ในการประเมินครั้งนี้ ขอความกรุณาท่านแก้ไขข้อความและภาษาลงในแบบประเมินได้ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม เพื่อจะได้นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปพัฒนาเป็นเว็บเพจเพื่อการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์

แบบประเมิน

เนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษา (แผ่นเรื่องราว)

เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาเนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ในการนำมาพัฒนาเป็นเว็บเพจเพื่อการศึกษา โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินได้ข้อระดับความคิดเห็น โดยกำหนดให้

+ 1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
- 1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง เนื้อหาที่มีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นเว็บเพจเพื่อการศึกษา

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอมของดอลตัน - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา (1 คาบ)				
2. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอมของทอมสัน - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา (3 คาบ)				

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
3. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา (2 คาบ)				
4. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอมของโบร์ - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา (3 คาบ)				
5. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น - เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา (3 คาบ)				

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
6. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องคุณสมบัติของสาร - เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย) - ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา (2 คาบ)				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเรื่องทฤษฎีอะตอมของดอลตัน.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเรื่องทฤษฎีอะตอมของทอมสัน.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเรื่องทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเรื่องทฤษฎีอะตอมของโบร์.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเรื่องทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเรื่องคุณสมบัติของสาร.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

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

ผู้ประเมิน

แบบประเมิน

คุณภาพเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำแนะนำ

1. แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินคุณภาพของเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลการเรียนด้านความรู้ เจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บไซต์เพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่ความคิด โดยเนื้อหาประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ทฤษฎีอะตอมของโบร์
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร

2. แบบประเมินคุณภาพเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยคุณภาพในด้าน 1) เนื้อหาและการนำเสนอ 2) ภาษาและตัวอักษร และ 3) รูปภาพและพื้นหลัง โดยกำหนดระดับความคิดเห็น ดังนี้

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

คำแนะนำการเข้าชมเว็บไซต์

1. ระบบที่ต้องการ : คอมพิวเตอร์ระดับ Pentium หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 32 MB มี CD-ROM และใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 95 / 98 ระบบแสดงผลที่ความละเอียด 800 x 600 , 16 Bit Colors

2. เข้าชมผ่านทางอินเทอร์เน็ต ด้วยโปรแกรม Internet Explorer เวอร์ชัน 4.0 หรือเวอร์ชันที่สูงกว่า โดยเข้าไปที่เว็บไซต์ http://www.act.ac.th/atomic_theories หรือ

3. เข้าชมด้วยแผ่นโปรแกรมที่ส่งมาให้ ด้วยโปรแกรม Internet Explorer เวอร์ชัน 4.0 หรือเวอร์ชันที่สูงกว่า หรือ My Documents หรือ My Computer โดยเข้าไปที่โฟลเดอร์ homepage ชื่อไฟล์ index

*** กรณีเข้าชมด้วยแผ่นโปรแกรม การแสดงความคิดเห็น(เว็บบอร์ด) ไฟล์แบบฝึกหัดและแบบทดสอบพื้นหลัง(background)สีส้ม และการแสดงผลการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบไม่สามารถแสดงผลได้ต้องชมผ่านทางอินเทอร์เน็ต

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์

แบบประเมิน

คุณภาพเว็บไซต์เพื่อการศึกษา

เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียน
 ชั้นที่ 4 ว่ามีคุณภาพเหมาะสมระดับใดในการนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลการเรียนด้านความรู้
 เจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บไซต์เพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบ
 แผนความคิด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินได้ข้อระดับความคิดเห็น

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5 ดีมาก	4 ดี	3 ปานกลาง	2 พอใช้	1 ควรปรับปรุง
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
1.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์					
1.3 ความถูกต้องและชัดเจนของเนื้อหา					
1.4 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก					
1.5 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาแบบทดสอบ					
2. ด้านภาษาและตัวอักษร					
2.1 ภาษามีความถูกต้อง					
2.2 สำนวนภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.3 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร					
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
2.5 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
3. ด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง					
3.1 ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้					
3.2 ภาพประกอบตรงตามเนื้อหาที่นำเสนอ					
3.3 การจัดวางตำแหน่งและขนาดของภาพ					
3.4 ความเหมาะสมของกราฟฟิกในการนำเสนอ					
3.5 ความเหมาะสมของโทนสีพื้นหลัง					

ข้อเสนอแนะอื่น / ความคิดเห็นอื่นๆโดยภาพรวม.....

สรุปผล

จากการประเมินคุณภาพเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” สำหรับ
 นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ให้ระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์

- | | |
|-----------------|-----------|
| () ดีมาก | () ดี |
| () ปานกลาง | () พอใช้ |
| () ควรปรับปรุง | |

ลงชื่อ.....

(.....)

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

ผู้ประเมิน

แบบสอบถาม

ความคิดเห็นต่อเว็บเพจเพื่อการศึกษา
เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ” โดยนักเรียน

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียน
ช่วงชั้นที่ 4 ว่ามีคุณภาพเหมาะสมระดับใดในการนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลการเรียนด้านความรู้
เจตคติต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบ
แผนที่ความคิด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินได้ช่องระดับความคิดเห็น

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5 ดีมาก	4 ดี	3 ปานกลาง	2 พอใช้	1 ควรปรับปรุง
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
1.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์					
1.3 ความถูกต้องและชัดเจนของเนื้อหา					
1.4 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก					
1.5 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับแบบทดสอบ					
2. ด้านภาษาและตัวอักษร					
2.1 ภาษามีความถูกต้อง					
2.2 สำนวนภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.3 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร					
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
2.5 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
3. ด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง					
3.1 ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้					
3.2 ภาพประกอบตรงตามเนื้อหาที่นำเสนอ					
3.3 การจัดวางตำแหน่งและขนาดของภาพ					
3.4 ความเหมาะสมของกราฟฟิกในการนำเสนอ					
3.5 ความเหมาะสมของโทนสีพื้นหลัง					

ข้อเสนอแนะอื่น / ความคิดเห็นอื่นๆโดยภาพรวม.....

สรุปผล

คุณภาพเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” สำหรับนักเรียนช่วงชั้น
 ที่ 4 ให้ระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์

- | | |
|-----------------|-----------|
| () ดีมาก | () ดี |
| () ปานกลาง | () พอใช้ |
| () ควรปรับปรุง | |

ลงชื่อ.....

(.....)

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

ผู้ประเมิน

แบบประเมิน

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ 2
เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำแนะนำ

1. แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการสอบวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”

2. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ด้าน ดังนี้

1) ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วกับ ข้อเท็จจริง ศัพท์ การจัดประเภท และการบรรยายลักษณะตามที่เคยเรียนมาแล้วอย่างตรงไปตรงมา

2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความได้ ความสามารถในการด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น ตัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิ และแผนภาพได้

3) กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำและสื่อความข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล และการตีความหมายและลงข้อสรุป

4) การนำความรู้แนะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ต่างๆ การนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

แบบทดสอบมีจำนวน 90 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จะมีลักษณะอิงเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” ในวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจำแนกเป็น

1) ความรู้ – ความจำ	จำนวน 13 ข้อ
2) ความเข้าใจ	จำนวน 35 ข้อ
3) กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	จำนวน 28 ข้อ
4) การนำความรู้แนะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	จำนวน 14 ข้อ

3. ในการประเมินครั้งนี้ ขอความกรุณาท่านแก้ไขข้อความและภาษาลงในแบบประเมินได้ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์

แบบประเมิน

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้แต่ละข้อต่อไปนี้ว่ามีความสอดคล้องและถูกต้องตรงกับจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินได้ช่องระดับความคิดเห็น โดยกำหนดให้

+ 1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
- 1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

จุดประสงค์	ข้อ ที่	พฤติกรรม ที่ต้องการ วัด*	ระดับความ คิดเห็น			คำแนะนำ
			+1	0	-1	
1.อธิบายทฤษฎีอะตอม ของดอลตันและนำไปใช้ ประโยชน์ได้	1	1				
	2	1				
	3	2				
	4	2				
	5	1				
	6	3				
	7	3				
	8	3				
	9	1				
	10	3				
2.อธิบายการทดลองและ แบบจำลองอะตอมตาม ทฤษฎีอะตอมของทอมสันได้	11	2				
	12	2				
	13	2				
	14	1				
	15	3				
	16	4				
	17	4				
	18	3				
	19	2				
	20	2				

จุดประสงค์	ข้อ ที่	พฤติกรรม ที่ต้องการ วัด*	ระดับความ คิดเห็น			คำแนะนำ
			+1	0	-1	
3.คำนวณประจุและมวลของ อิเล็กตรอนจากข้อมูลที่ กำหนดให้ได้	21	3				
	22	3				
	23	3				
	24	3				
	25	3				
4.อธิบายการทดลองและ แบบจำลองอะตอมตาม ทฤษฎีอะตอมของ รัทเธอร์ฟอร์ดได้	26	3				
	27	2				
	28	2				
	29	4				
	30	4				
	31	2				
	32	1				
5.อธิบายสมบัติบางประการ ของอนุภาคมูลฐานที่สำคัญ ของอะตอมได้	33	2				
	34	2				
	35	1				
	36	2				
	37	1				
6.อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างพลังงานกับความ ยาวหรือความถี่ของคลื่น และคำนวณหาค่าดังกล่าวได้	38	2				
	39	2				
	40	3				
	41	2				
	42	3				
	43	3				
	44	4				
	45	3				
	46	3				
	47	4				
7.อธิบายการเกิดและ ลักษณะสเปกตรัมของ อะตอมรวมทั้งเปรียบเทียบ ค่าพลังงานของสเปกตรัมได้	48	1				
	49	2				
	50	3				
	51	2				
	52	4				
	53	4				

จุดประสงค์	ข้อ ที่	พฤติกรรม ที่ต้องการ วัด*	ระดับความ คิดเห็น			คำแนะนำ
			+1	0	-1	
8.อธิบายแบบจำลองอะตอม ตามทฤษฎีของโบร์ได้	54	2				
	55	3				
	56	2				
9.อธิบายความสัมพันธ์ของ เลขควอนตัมชนิดต่างๆได้	57	1				
	58	3				
	59	3				
	60	3				
	61	2				
10.อธิบายการจัดเรียง อิเล็กตรอนในอะตอมของ ธาตุต่างๆได้	62	2				
	63	2				
	64	4				
	65	1				
	66	2				
	67	3				
	68	4				
	69	2				
	70	2				
	71	3				
	72	2				
11.อธิบายแบบจำลอง อะตอมแบบกลุ่มหมอกได้	73	2				
	74	2				
	75	3				
12.อธิบายสมบัติของธาตุ เกี่ยวกับความเป็นโลหะ อโลหะ ขนาดอะตอม ค่า- พลังงานไอออไนเซชัน ค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตี และ ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี	76	1				
	77	2				
	78	2				
	79	2				
	80	1				
	81	2				
	82	3				

แบบประเมิน

แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำแนะนำ

1. แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือวัดความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียน หลังจากที่ได้เรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” จนครบทุกหน่วยการเรียนรู้

2. แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” มีทั้งหมด 30 ข้อ โดยมุ่งเน้นประเมินความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรม 2 ด้าน คือ

2.1 ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา (10 ข้อ)

2.2 ด้านการแสดงออกต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ

1) การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา (10 ข้อ)

2) การเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา (10 ข้อ)

แบบสอบถามนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ซึ่งสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ตโดยดัดแปลงจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ซึ่งลักษณะของข้อคำถามมีทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

ข้อคำถามเชิงบวก หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ดี

ข้อคำถามเชิงลบ หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ไม่ดี

ข้อคำถามเชิงบวก เกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
มาก	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

ข้อคำถามเชิงลบ เกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

มากที่สุด	ให้	1	คะแนน
มาก	ให้	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	5	คะแนน

3. ในการประเมินครั้งนี้ ขอความกรุณาท่านแก้ไขข้อความและภาษาลงในแบบประเมินได้ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์

แบบประเมิน

แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

เรื่อง “ ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร ” โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดพิจารณารายการประเมินของแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียน แต่ละรายการประเมินต่อไปนี้ว่ามีความสอดคล้องและเหมาะสมกับพฤติกรรมความรู้สึกที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย $\checkmark$ ลงในแบบประเมินใต้ช่องระดับความคิดเห็น โดยกำหนดให้

+ 1 หมายถึง สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ลักษณะรายการประเมินมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมแสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่ต้องการวัด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
		+1	0	-1	
1	เชิงบวก				
2	เชิงบวก				
3	เชิงบวก				
4	เชิงบวก				
5	เชิงบวก				
6	เชิงบวก				
7	เชิงลบ				
8	เชิงลบ				
9	เชิงลบ				
10	เชิงลบ				
11	เชิงบวก				
12	เชิงบวก				
13	เชิงบวก				
14	เชิงบวก				
15	เชิงบวก				
16	เชิงบวก				
17	เชิงลบ				
18	เชิงลบ				
19	เชิงลบ				

แบบประเมิน

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำแนะนำ

1. แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยแบบประเมินนี้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิคส์ (Rubrics) ลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 4 3 2 และ 1 คะแนน หมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ โดยคะแนนแต่ละระดับที่กำหนดขึ้นจะอธิบายถึงคุณภาพ ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดได้อย่างชัดเจน

ในการวิจัยครั้งนี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด ประกอบด้วยเกณฑ์การประเมิน 4 ด้าน คือ 1)ด้านเนื้อหา 2)ด้านคุณลักษณะของแผนที่ความคิด 3)ด้านคุณภาพผลงาน และ 4)ด้านความรับผิดชอบ

2. ในการประเมินเกณฑ์ทั้ง 4 ด้าน ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมิน ตัวบ่งชี้ของแต่ละเกณฑ์ทั้ง 4 ด้าน และได้กำหนดระดับคะแนนและระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

3. ในการประเมินครั้งนี้ ขอความกรุณาท่านแก้ไขข้อความและภาษาลงในแบบประเมินได้ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์

หมายเหตุ :

ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด หมายถึง การนำเสนอสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” ในลักษณะสร้างองค์ความรู้ในรูปของความคิดแบบองค์รวมที่ได้จากการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

คุณลักษณะของแผนที่ความคิด หมายถึง คุณลักษณะแผนภูมิที่มุ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ระดับต่าง ๆ ดังภาพ

ระดับที่

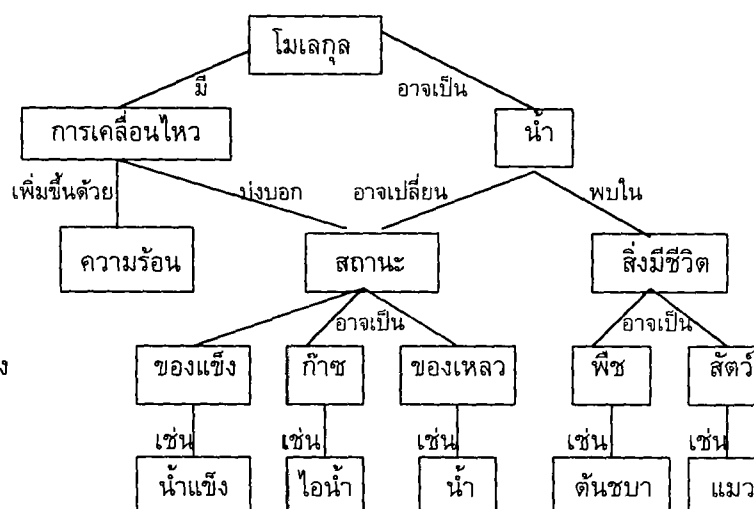
1 มโนทัศน์หลัก

2 มโนทัศน์รอง

3 มโนทัศน์ย่อย

4 มโนทัศน์เจาะจง

5 ตัวอย่าง



แบบประเมิน

**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping) โดยผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาเกณฑ์การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด แต่ละเกณฑ์การประเมินและตัวบ่งชี้ต่อไปนี้ว่ามีความสอดคล้องและเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย $\checkmark$ ลงในแบบประเมินใต้ช่องระดับความคิดเห็น โดยกำหนดให้

+ 1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
- 1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง เกณฑ์การประเมินและตัวบ่งชี้มีความสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด

เกณฑ์การประเมิน / ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
A : ด้านเนื้อหา				
A ₁ : ถูกต้องตรงประเด็น สมบูรณ์ ต่อเนื่องเป็นลำดับ				
A ₂ : ถูกต้องตรงประเด็น สมบูรณ์ แต่ไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ				
A ₃ : ถูกต้องตรงประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์ และไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ				
B : คุณลักษณะของแผนที่ความคิด				
B ₁ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ มีตัวอย่าง				
B ₂ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ แต่ไม่มีตัวอย่าง				
B ₃ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ ถูกต้อง แต่ไม่มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ และไม่มีตัวอย่าง				

เกณฑ์การประเมิน / ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
	+1	0	-1	
C : คุณภาพผลงาน				
C ₁ : สะอาด เป็นระเบียบ สวยงาม				
C ₂ : สะอาด เป็นระเบียบ แต่ไม่สวยงาม				
C ₃ : สะอาด แต่ไม่เป็นระเบียบ และไม่สวยงาม				
D : ความรับผิดชอบ				
D ₁ : ทำงานเสร็จตรงเวลา				
D ₂ : ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลา 1 วัน				
D ₃ : ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลา 2 วัน				

ข้อเสนอแนะ / ความคิดเห็นอื่นๆ โดยภาพรวม.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

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

ผู้ประเมิน

แบบประเมิน

**การกำหนดตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนนและระดับความสามารถ
ในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนน และระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด แต่ละตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนน และระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิดต่อไปนี้ว่ามีความสอดคล้องและเหมาะสมหรือไม่ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย $\checkmark$ ลงในแบบประเมินใต้ช่องระดับความคิดเห็น โดยกำหนดให้

- | | | |
|-----|---------|-------------|
| + 1 | หมายถึง | สอดคล้อง |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจ |
| - 1 | หมายถึง | ไม่สอดคล้อง |

ความสอดคล้อง หมายถึง ตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมิน ระดับคะแนน และระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด

ระดับความสามารถ ในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์โดย การทำแผนที่ความคิด	ระดับ คะแนน	ตัวบ่งชี้ของ เกณฑ์การ ประเมิน*	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
			+1	0	-1	
ดีมาก	5	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁				
		A ₁ B ₁ C ₁ D ₂				
		A ₁ B ₁ C ₁ D ₃				
		A ₁ B ₁ C ₂ D ₁				
		A ₁ B ₁ C ₂ D ₂				
		A ₁ B ₁ C ₂ D ₃				
		A ₁ B ₁ C ₃ D ₁				
		A ₁ B ₁ C ₃ D ₂				

* ตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมินดูรายละเอียดในตาราง

ระดับความสามารถ ในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์โดย การทำแผนที่ความคิด	ระดับ คะแนน	ตัวบ่งชี้ของ เกณฑ์การ ประเมิน*	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
			+1	0	-1	
ดี	4	A ₁ B ₁ C ₃ D ₃				
		A ₁ B ₂ C ₁ D ₁				
		A ₁ B ₂ C ₁ D ₂				
		A ₁ B ₂ C ₁ D ₃				
		A ₁ B ₂ C ₂ D ₁				
		A ₁ B ₂ C ₂ D ₂				
		A ₁ B ₂ C ₂ D ₃				
		A ₁ B ₃ C ₁ D ₁				
		A ₁ B ₃ C ₁ D ₂				
		A ₁ B ₃ C ₁ D ₃				
		A ₁ B ₃ C ₂ D ₁				
		A ₁ B ₃ C ₂ D ₂				
		A ₁ B ₃ C ₂ D ₃				
ปานกลาง	3	A ₂ B ₁ C ₁ D ₁				
		A ₂ B ₁ C ₁ D ₂				
		A ₂ B ₁ C ₁ D ₃				
		A ₂ B ₁ C ₂ D ₁				
		A ₂ B ₁ C ₂ D ₂				
		A ₂ B ₁ C ₂ D ₃				
		A ₂ B ₁ C ₃ D ₁				
		A ₂ B ₁ C ₃ D ₂				
		A ₂ B ₁ C ₃ D ₃				
		A ₂ B ₂ C ₁ D ₁				
		A ₂ B ₂ C ₁ D ₂				
		A ₂ B ₂ C ₁ D ₃				
		A ₂ B ₂ C ₂ D ₁				
		A ₂ B ₂ C ₂ D ₂				
		A ₂ B ₂ C ₂ D ₃				
		A ₂ B ₂ C ₃ D ₁				
		A ₂ B ₂ C ₃ D ₂				
		A ₂ B ₂ C ₃ D ₃				

* ตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมินดูรายละเอียดในตาราง

ระดับความสามารถ ในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์โดย การทำแผนที่ความคิด	ระดับ คะแนน	ตัวบ่งชี้ของ เกณฑ์การ ประเมิน*	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
			+1	0	-1	
ปานกลาง	3	A ₂ B ₃ C ₁ D ₁				
		A ₂ B ₃ C ₁ D ₂				
		A ₂ B ₃ C ₁ D ₃				
		A ₂ B ₃ C ₂ D ₁				
		A ₂ B ₃ C ₂ D ₂				
		A ₂ B ₃ C ₂ D ₃				
		A ₂ B ₃ C ₃ D ₁				
		A ₂ B ₃ C ₃ D ₂				
		A ₂ B ₃ C ₃ D ₃				
พอใช้	2	A ₃ B ₁ C ₁ D ₁				
		A ₃ B ₁ C ₁ D ₂				
		A ₃ B ₁ C ₁ D ₃				
		A ₃ B ₁ C ₂ D ₁				
		A ₃ B ₁ C ₂ D ₂				
		A ₃ B ₁ C ₂ D ₃				
		A ₃ B ₁ C ₃ D ₁				
		A ₃ B ₁ C ₃ D ₂				
		A ₃ B ₁ C ₃ D ₃				
		A ₃ B ₂ C ₁ D ₁				
		A ₃ B ₂ C ₁ D ₂				
		A ₃ B ₂ C ₁ D ₃				
		A ₃ B ₂ C ₂ D ₁				
		A ₃ B ₂ C ₂ D ₂				
		A ₃ B ₂ C ₂ D ₃				
		A ₃ B ₂ C ₃ D ₁				
		A ₃ B ₂ C ₃ D ₂				
		A ₃ B ₂ C ₃ D ₃				

* ตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมินดูรายละเอียดในตาราง

ระดับความสามารถ ในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์โดย การทำแผนที่ความคิด	ระดับ คะแนน	ตัวบ่งชี้ของ เกณฑ์การ ประเมิน*	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำ
			+1	0	-1	
ต้องปรับปรุง	1	A ₃ B ₃ C ₁ D ₁				
		A ₃ B ₃ C ₁ D ₂				
		A ₃ B ₃ C ₁ D ₃				
		A ₃ B ₃ C ₂ D ₁				
		A ₃ B ₃ C ₂ D ₂				
		A ₃ B ₃ C ₂ D ₃				
		A ₃ B ₃ C ₃ D ₁				
		A ₃ B ₃ C ₃ D ₂				
		A ₃ B ₃ C ₃ D ₃				

* ตัวบ่งชี้ของเกณฑ์การประเมินดูรายละเอียดในตาราง

ข้อเสนอแนะ / ความคิดเห็นอื่นๆ โดยภาพรวม.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

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

ผู้ประเมิน

ตาราง 23 แสดงรายละเอียดของเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

เกณฑ์การประเมิน	ตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด
A : ด้านเนื้อหา	A ₁ : ถูกต้องตามประเด็น สมบูรณ์ ต่อเนื่องเป็นลำดับ
	A ₂ : ถูกต้องตามประเด็น สมบูรณ์ แต่ไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ
	A ₃ : ถูกต้องตามประเด็นแต่ไม่สมบูรณ์ และไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ
B : คุณลักษณะของแผนที่ความคิด	B ₁ : กำหนดและจัดระดับของคำหลักถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ มีตัวอย่าง
	B ₂ : กำหนดและจัดระดับของคำหลักถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ แต่ไม่มีตัวอย่าง
	B ₃ : กำหนดและจัดระดับของคำหลักถูกต้อง แต่ไม่มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ และไม่มีตัวอย่าง
C : คุณภาพผลงาน	C ₁ : สะอาด เป็นระเบียบ สวยงาม
	C ₂ : สะอาด เป็นระเบียบ แต่ไม่สวยงาม
	C ₃ : สะอาด แต่ไม่เป็นระเบียบ ไม่สวยงาม
D : ความรับผิดชอบ	D ₁ : ทำงานเสร็จตรงเวลา
	D ₂ : ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลา 1 วัน
	D ₃ : ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลา 2 วัน

ภาคผนวก ค

- แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
- แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
- เกณฑ์การประเมินและตัวบ่งชี้ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 82 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย X ลงในช่องของตัวเลือกที่ต้องการในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการแก้ไขตัวเลือกให้ทำเครื่องหมาย = ทับตัวเลือกที่ไม่ต้องการ ดังตัวอย่าง
0. ข้อใดกล่าวถึงอะตอมได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. เป็นระเบิดที่มีอำนาจสูง
 - ข. ตัวเลขที่อยู่ข้างหน้าสูตร
 - ค. เป็นหน่วยย่อยที่สุดของสาร
 - ง. ประกอบด้วยนิวเคลียสและโปรตอน

ถ้าต้องการเลือกคำตอบ ข้อ ก. ให้ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0	X				

และถ้าต้องการแก้ไขคำตอบจากตัวเลือกข้อ ก. ให้ทำเครื่องหมาย = ทับตัวเลือกที่ไม่ต้องการ แล้วเลือกคำตอบใหม่ ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0	~~X~~		X		

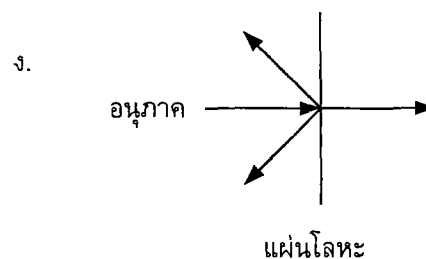
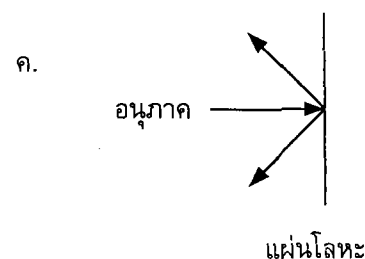
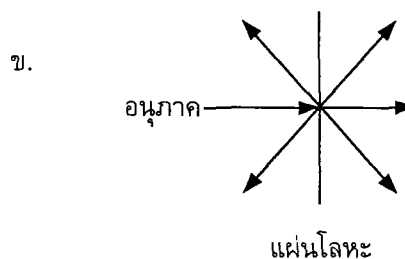
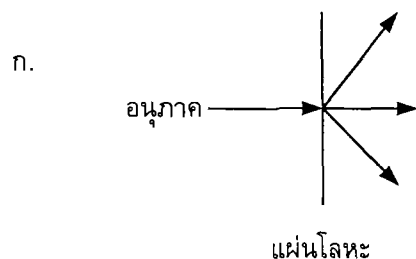
3. ห้ามทำเครื่องหมายหรือเขียนอักษรใดๆ ลงในแบบทดสอบ
4. เขียนชื่อ – สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ ให้ชัดเจน
5. หากมีข้อสงสัยให้สอบถามกรรมการคุมสอบ และส่งกระดาษคำตอบและข้อสอบคืนก่อนออกจากห้องสอบ

1. จากการทดลองพบว่า “มวลของสารก่อนและหลังทำปฏิกิริยาเท่ากัน” ปรากฏการณ์นี้อธิบายได้ด้วยทฤษฎีอะตอมของดอลตันข้อใด
ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน มีดังนี้
 1. อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร
 2. อะตอมเป็นอนุภาคที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก
 3. ไม่สามารถสร้างอะตอมขึ้นใหม่ได้
 4. ไม่สามารถทำให้อะตอมสูญหายไป
 5. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติทางเคมีเหมือนกัน และแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น
 - ก. ข้อ 1 และ 2
 - ข. ข้อ 2 และ 3
 - ค. ข้อ 3 และ 4
 - ง. ข้อ 4 และ 5
2. “การทดลองเผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 15.8 กรัม เกิดโพแทสเซียมแมงกาเนต 9.85 กรัม แมงกาเนส (IV)ออกไซด์ 4.35 กรัม และแก๊สออกซิเจน 1.6 กรัม” ตามทฤษฎีของดอลตันข้อใดอธิบายผลการทดลองได้ถูกต้อง
 - ก. อะตอมจะทำให้สูญหายหรือทำให้เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้
 - ข. อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสารไม่สามารถแบ่งแยกได้ด้วยวิธีทางเคมี
 - ค. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ แต่แตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น
 - ง. สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุต่างชนิดมารวมกัน และอัตราส่วนของจำนวนอะตอมของธาตุต่างๆที่มารวมกันนั้นเป็นเลขลงตัวน้อยๆ
3. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับรังสีแคโทด
 - ก. ค่าประจุต่อมวลคงที่เสมอ
 - ข. ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ
 - ค. เบี่ยงเบนเข้าหาขั้วบวกในสนามไฟฟ้า
 - ง. ประกอบด้วยอนุภาคที่มาจากอะตอมของแก๊สที่บรรจุในหลอดเท่านั้น
4. การทดลองของมิลลิแกน เป็นการทดลองเพื่อต้องการศึกษาสิ่งใด
 - ก. ประจุบนหยดน้ำมัน
 - ข. มวลของอิเล็กตรอน
 - ค. ประจุของอิเล็กตรอน
 - ง. อัตราส่วนประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน
5. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการทดลองของโกลด์สไตน์
 - ก. รังสีแคแนลไม่มีประจุ และไม่มีมวล
 - ข. รังสีแคแนลของแก๊สแต่ละชนิดมีสมบัติบางประการต่างกัน
 - ค. รังสีแคแนลมีมวลเท่ากันเสมอไม่ว่าจะเกิดจากแก๊สชนิดใด
 - ง. รังสีแคแนลมีจำนวนประจุเท่ากันเสมอไม่ว่าจะเกิดจากแก๊สชนิดใด
6. การทดลองของทอมสัน พบว่า “ไม่ว่าจะใช้แก๊สชนิดใดบรรจุในหลอดรังสีแคโทดจะได้ค่าของประจุต่อมวล (e/m) เท่ากับ 1.7×10^8 คูlomบ์ต่อกรัม มวลของอิเล็กตรอนในอะตอมของออกซิเจน 1 อะตอมมีค่าเท่าใด (เลขอะตอมของออกซิเจนเท่ากับ 8)
 - ก. $8 \times 9.4 \times 10^{-26}$ กรัม
 - ข. $8 \times 9.4 \times 10^{-27}$ กรัม
 - ค. $8 \times 9.4 \times 10^{-28}$ กรัม
 - ง. $8 \times 9.4 \times 10^{-29}$ กรัม

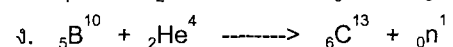
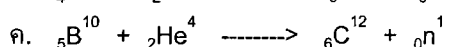
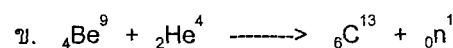
7. ข้อมูลใดที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สรุปว่า “อะตอมมีโปรตอนที่มีขนาดเล็กมากแต่มีมวลมาก”

- ก. จำนวนอนุภาคแอลฟาที่ทะลุผ่านมีปริมาณมาก .
- ข. อนุภาคแอลฟาเบี่ยงเบนและสะท้อนกลับอย่างแรง
- ค. รังสีบวกจากก๊าซต่างๆ มีอัตราส่วนประจุต่อมวลไม่คงที่
- ง. จำนวนอนุภาคแอลฟาที่สะท้อนกลับอย่างแรงมีปริมาณน้อยมาก

8. เมื่อยิงอนุภาคที่มีประจุบวกไปที่แผ่นโลหะซึ่งบางมาก อนุภาคดังกล่าวจะมีทิศทางการเคลื่อนที่ ดังข้อใด



9. สมการที่แสดงถึงการค้นพบนิวตรอน คือข้อใด



10. ข้อสรุปเกี่ยวกับนิวตรอน ข้อใดผิด

- ก. ไม่มีประจุ
- ข. อยู่ในนิวเคลียส
- ค. มีมวลใกล้เคียงกับโปรตอน
- ง. มีประจุไฟฟ้าบวกและลบเท่ากัน

11. ความยาวคลื่นของเส้นสเปกตรัม เป็นดังนี้

A = 404 นาโนเมตร B = 450 นาโนเมตร

C = 455 นาโนเมตร D = 608 นาโนเมตร

เส้นสเปกตรัมใดที่แสดงว่าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานน้อยที่สุด

- ก. A เท่านั้น
- ข. C เท่านั้น
- ค. D เท่านั้น
- ง. B และ C

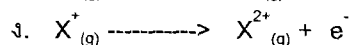
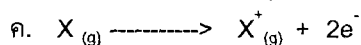
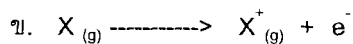
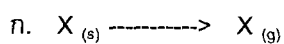
12. เส้นสเปกตรัมสีแดงมีความยาวคลื่น 656 นาโนเมตร เส้นสเปกตรัมสีม่วงมีความถี่ 7.31×10^{14} เฮิร์ต

เส้นสเปกตรัมทั้งสอง มีพลังงานต่างกันเท่าใด

- ก. 1.81×10^{-19} จูล
- ข. 1.98×10^{-19} จูล
- ค. 1.82×10^{-22} จูล
- ง. 2.61×10^{-22} จูล

18. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเลขควอนตัมหลัก (n)
- บอกถึงจำนวนชั้นของพลังงานย่อยของอะตอมของธาตุต่างๆ
 - บอกถึงจำนวนชั้นของพลังงานหลักของอะตอมของธาตุต่างๆ
 - บอกถึงลักษณะการหมุนของอิเล็กตรอน
 - บอกถึงจำนวนออร์บิทัลชนิดต่างๆ
19. เลขควอนตัมโมเมนตัมเชิงมุม (l) มีค่าเท่ากับ 5 เลขควอนตัมแม่เหล็ก (m) มีค่าเท่าใด
- 2, -1, 0, +1, +2
 - 3, -2, -1, 0, +1, +2, +3
 - 4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4
 - 5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5
20. เลขอะตอมของ A, B, C และ D คือ 19, 20, 36 และ 37 ตามลำดับ ธาตุใดมีสมบัติคล้ายคลึงกัน
- A กับ B
 - B กับ C
 - A กับ D
 - C กับ D
21. ธาตุใดที่กำหนดให้ต่อไปนี้ อยู่ในหมู่ที่ถูกต้อง
- A เลขอะตอม = 3 (หมู่ IA) B เลขอะตอม = 8 (หมู่ VIA) C เลขอะตอม = 20 (หมู่ VA)
 D เลขอะตอม = 15 (หมู่ IVA) E เลขอะตอม = 18 (หมู่ VIIIA)
- A, B เท่านั้น
 - B, E เท่านั้น
 - A, B, D เท่านั้น
 - A, B, E เท่านั้น
22. ธาตุที่มีเลขอะตอมต่อไปนี้ อะตอมของธาตุใดมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากที่สุด
- ธาตุ A มีเลขอะตอม 4
 - ธาตุ B มีเลขอะตอม 7
 - ธาตุ C มีเลขอะตอม 11
 - ธาตุ D มีเลขอะตอม 12
23. ธาตุ Y มีเลขอะตอมเท่ากับ 26 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนอย่างไรจึงจะถูกต้อง
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^7$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5 5s^1$
 - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4 5s^2$
24. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับพลังงานของอิเล็กตรอน และแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
- ขอบเขตที่แน่นอนของอะตอม คือบริเวณที่มีหมอกที่บีบที่สุด
 - โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนทั้งหมดในบริเวณที่มีหมอกที่บีบมีมาก
 - อิเล็กตรอนของระดับพลังงานใดก็จะคงอยู่ในระดับพลังงานของตนตลอดเวลา
 - โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนกลุ่มหนึ่งซึ่งมีช่วงระดับพลังงานใกล้เคียงกันในบริเวณหนึ่งมีมากกว่าในบริเวณอื่นๆ
25. ข้อความใดกล่าวถูกต้อง
- รัศมีของไอออนของโลหะมีค่าเท่ากับรัศมีของอะตอมของโลหะนั้น
 - รัศมีของไอออนของโลหะมีค่าน้อยกว่ารัศมีของอะตอมของโลหะนั้น
 - รัศมีของไอออนของโลหะ มีค่ามากกว่ารัศมีของอะตอมของโลหะนั้น
 - รัศมีของไอออนของโลหะมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่ารัศมีของอะตอมของโลหะนั้น

26. ข้อใดแสดงการเกิดพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 2 ของแก๊ส X 1 โมล



คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 27

ธาตุ	เลขอะตอม	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)
A	34	2, 8, 18, 6	217
B	36	2, 8, 18, 8	-157
C	86	2, 8, 18, 32, 18, 8	-71
X	-	-	-7
Y	-	-	-112

27. ถ้าธาตุ X อยู่ในลำดับระหว่างธาตุ A และ B ข้อใดสรุปผิด

ก. ธาตุ X มีสถานะเป็นของเหลว

ข. ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุ X ต่ำกว่าธาตุ A

ค. ธาตุ X มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 18, 7

ง. ธาตุ X ทำปฏิกิริยากับธาตุ A ได้สารประกอบที่มีสูตร AX_2

28. ข้อใดเป็นผลของอะตอมที่มีค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตีสูง

ก. รัศมีอะตอมใหญ่

ข. อิเล็กโตรเนกาติวิตีต่ำ

ค. พลังงานไอออไนเซชันสูง

ง. แนวโน้มที่จะกลายเป็นไอออนบวก

29. ธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงสุด จะมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนตรงกับข้อใด

ก. 2, 1

ข. 2, 7

ค. 2, 8, 2

ง. 2, 8, 7

30. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุต่างๆ เป็นดังนี้

ธาตุ A = 2, 7

ธาตุ B = 2, 6

ธาตุ C = 2, 8, 5

ธาตุ D = 2, 8, 6

ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุทั้ง 4 ชนิด ข้อใดเรียงลำดับได้ถูกต้อง

ก. $A > B > D > C$

ข. $A > B > C > D$

ค. $A > D > C > B$

ง. $A > D > B > C$

แบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงความรู้สึกที่มีต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร” ความเห็นของนักเรียนเป็นความเห็นเฉพาะบุคคล

ไม่มีถูกหรือผิด ฉะนั้นขอให้ตอบตรงความรู้สึกของนักเรียนที่สุดและครบทุกข้อ (ความเห็นของนักเรียนไม่มีผลต่อคะแนนผลการเรียนใดๆ)

2. ในแต่ละข้อจะมีข้อความกำหนดให้ ให้นักเรียนอ่านข้อความให้เข้าใจ แล้วแสดงความคิดเห็นที่มีต่อข้อความนั้นด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น ดังนี้

5 หมายความว่า มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายความว่า มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

3 หมายความว่า มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายความว่า มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย

1 หมายความว่า มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3. ให้แสดงความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ก) <u>ความรู้สึกนึกคิดต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา</u> การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาทำให้นักเรียนมี/เกิด พฤติกรรมต่อไปนี้ในระดับใด					
1. ทำให้เกิดความสนใจ และนำติดตามตลอดเวลา					
2. ทำให้เกิดความสนุกสนาน					
3. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้รวดเร็ว ไม่ยุ่งยาก					
4. ทำให้เข้าใจบทเรียนดียิ่งขึ้น					
5. เป็นสื่อการเรียนที่สามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา					
6. เป็นสื่อที่สามารถใช้ทบทวนบทเรียนได้					
7. ทำให้เกิดความรู้สึกกังวล เครียดและเบื่อหน่าย					
8. เป็นสื่อการเรียนที่เร่งรัดมากจนทำให้เรียนไม่ทัน					
9. เนื้อหาของเรื่องมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวิธีเรียน ด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา					
10. นักเรียนมีความพอใจกับการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาใน ระดับใด					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ข) <u>การแสดงผลต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา</u> การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาทำให้นักเรียนมี/เกิด พฤติกรรมต่อไปนี้ในระดับใด					
11. มีความตั้งใจเรียนมากขึ้น					
12. นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้มากขึ้น					
13. ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์มากขึ้น (ระหว่างครูกับนักเรียน , นักเรียนกับนักเรียน , นักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์)					
14. นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน					
15. นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
16. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น					
17. เป็นสื่อการเรียนที่นักเรียนไม่สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง					
18. นักเรียนไม่ยอมเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเว็บเพจ เพื่อการศึกษา					
19. นักเรียนไม่มีอิสระในการคิด					
20. ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง					
ค) <u>การเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจ เพื่อการศึกษา</u> การเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาทำให้นักเรียนมี/เกิด พฤติกรรมต่อไปนี้ในระดับใด					
21. ช่วยปรับปรุงการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น					
22. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ กับตนเอง					
23. คิดว่าจะตั้งใจทำคะแนนสอบในบทเรียนนี้ให้ดีที่สุด					
24. นักเรียนต้องการนำความรู้ที่ได้เรียนไปเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้รับรู้					
25. นักเรียนต้องการให้มีการเรียนการสอนด้วยเว็บเพจเพื่อการ ศึกษาในบทเรียนอื่นๆ					
26. เว็บเพจเพื่อการศึกษาเป็นสื่อที่เหมาะสมสำหรับการเรียน ด้วยตนเอง					
27. เป็นการศึกษาที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์					

ตาราง 24 แสดงเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

เกณฑ์การประเมิน	ตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด
A : ด้านเนื้อหา	A ₁ : ถูกต้องตรงประเด็น สมบูรณ์ และต่อเนื่องเป็นลำดับ
	A ₂ : ถูกต้องตรงประเด็น สมบูรณ์ แต่ไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ
	A ₃ : ถูกต้องตรงประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์และไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ
B : ด้านคุณลักษณะของแผนที่ความคิด	B ₁ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ มีตัวอย่าง
	B ₂ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ แต่ไม่มีตัวอย่าง
	B ₃ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ถูกต้อง แต่ไม่มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ และไม่มีตัวอย่าง
C : ด้านคุณภาพผลงาน	C ₁ : สะอาด เป็นระเบียบ สวยงาม
	C ₂ : สะอาด เป็นระเบียบ แต่ไม่สวยงาม
	C ₃ : สะอาด แต่ไม่เป็นระเบียบ และไม่สวยงาม
D : ด้านความรับผิดชอบ	D ₁ : ทำงานเสร็จตรงเวลา
	D ₂ : ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลา 1 วัน
	D ₃ : ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลา 2 วัน

ตาราง 25 แสดงตัวบ่งชี้การประเมิน คะแนน และระดับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
โดยการทำแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

ตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการ นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด	คะแนน	ระดับความสามารถในการนำ เสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด
$A_1B_1C_1D_1$, $A_1B_1C_1D_2$, $A_1B_1C_1D_3$ $A_1B_1C_2D_1$, $A_1B_1C_2D_2$, $A_1B_1C_2D_3$ $A_1B_1C_3D_1$, $A_1B_1C_3D_2$	5	ดีมาก
$A_1B_1C_3D_3$ $A_1B_2C_1D_1$, $A_1B_2C_1D_2$, $A_1B_2C_1D_3$ $A_1B_2C_2D_1$, $A_1B_2C_2D_2$, $A_1B_2C_2D_3$ $A_1B_2C_3D_1$, $A_1B_2C_3D_2$, $A_1B_2C_3D_3$ $A_1B_3C_1D_1$, $A_1B_3C_1D_2$, $A_1B_3C_1D_3$ $A_1B_3C_2D_1$, $A_1B_3C_2D_2$, $A_1B_3C_2D_3$ $A_1B_3C_3D_1$, $A_1B_3C_3D_2$, $A_1B_3C_3D_3$	4	ดี
$A_2B_1C_1D_1$, $A_2B_1C_1D_2$, $A_2B_1C_1D_3$ $A_2B_1C_2D_1$, $A_2B_1C_2D_2$, $A_2B_1C_2D_3$ $A_2B_1C_3D_1$, $A_2B_1C_3D_2$, $A_2B_1C_3D_3$ $A_2B_2C_1D_1$, $A_2B_2C_1D_2$, $A_2B_2C_1D_3$ $A_2B_2C_2D_1$, $A_2B_2C_2D_2$, $A_2B_2C_2D_3$ $A_2B_2C_3D_1$, $A_2B_2C_3D_2$, $A_2B_2C_3D_3$ $A_2B_3C_1D_1$, $A_2B_3C_1D_2$, $A_2B_3C_1D_3$ $A_2B_3C_2D_1$, $A_2B_3C_2D_2$, $A_2B_3C_2D_3$ $A_2B_3C_3D_1$, $A_2B_3C_3D_2$, $A_2B_3C_3D_3$	3	ปานกลาง
$A_3B_1C_1D_1$, $A_3B_1C_1D_2$, $A_3B_1C_1D_3$ $A_3B_1C_2D_1$, $A_3B_1C_2D_2$, $A_3B_1C_2D_3$ $A_3B_1C_3D_1$, $A_3B_1C_3D_2$, $A_3B_1C_3D_3$ $A_3B_2C_1D_1$, $A_3B_2C_1D_2$, $A_3B_2C_1D_3$ $A_3B_2C_2D_1$, $A_3B_2C_2D_2$, $A_3B_2C_2D_3$ $A_3B_2C_3D_1$, $A_3B_2C_3D_2$, $A_3B_2C_3D_3$	2	พอใช้
$A_3B_3C_1D_1$, $A_3B_3C_1D_2$, $A_3B_3C_1D_3$ $A_3B_3C_2D_1$, $A_3B_3C_2D_2$, $A_3B_3C_2D_3$ $A_3B_3C_3D_1$, $A_3B_3C_3D_2$, $A_3B_3C_3D_3$	1	ต้องปรับปรุง

ภาคผนวก ง

- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ด้านเนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษา
- ตารางสรุปการประเมินคุณภาพเว็บเพจเพื่อการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียนต่อเว็บเพจเพื่อการศึกษา
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เกณฑ์การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ตาราง 26 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ด้านเนื้อหาของเว็บเพจเพื่อการศึกษา
เรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร"

เรื่องที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การ แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอม ของดอลตัน							
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา(1 คาบ)	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
2. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอม ของทอมสัน							
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	0	0.80	ผ่าน
- ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา(3 คาบ)	1	1	1	0	1	0.80	ผ่าน
3. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอม ของรัทเธอร์ฟอร์ด							
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความถูกต้องของเนื้อหา	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย)	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
- ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา(2 คาบ)	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน

ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การ แปลผล
	1	2	3	4	5		
4. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอมของโบร์							
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา(3 คาบ)	1	1	1	0	0	0.60	ผ่าน
5. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องทฤษฎีอะตอมแบบกลศาสตร์คลื่น							
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา(3 คาบ)	1	1	1	0	1	0.80	ผ่าน
6. เนื้อหาและการดำเนินเรื่องคุณสมบัติของสาร							
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน (ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย)	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
- ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา(2 คาบ)	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 สรุปการประเมินคุณภาพเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
ของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					เฉลี่ย	ระดับการประเมิน
	1	2	3	4	5		
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ							
1.1 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	5	4	5	4	4	4.40	ดีมาก
1.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	4	5	4.40	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องและชัดเจนของเนื้อหา	4	4	4	4	4	4.00	ดีมาก
1.4 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	4	4	4	4	4	4.00	ดีมาก
1.5 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับแบบทดสอบ	4	4	4	4	4	4.00	ดีมาก
รวม	22	20	21	20	21	4.16	ดีมาก
2. ด้านภาษาและตัวอักษร							
2.1 ภาษามีความถูกต้อง	5	5	4	4	4	4.40	ดีมาก
2.2 สำนวนภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	4.00	ดีมาก
2.3 ความเหมาะสมของรูปแบบ ตัวอักษร	5	5	5	4	4	4.60	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	5	3	4	4.00	ดีมาก
2.5 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5	5	4	4	4	4.40	ดีมาก
รวม	23	23	22	19	20	4.28	ดีมาก
3. ด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง							
3.1 ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้	5	5	5	4	4	4.60	ดีมาก
3.2 ภาพประกอบตรงตามเนื้อหา ที่นำเสนอ	5	4	5	4	4	4.40	ดีมาก
3.3 การจัดวางตำแหน่งและขนาด ของภาพ	5	5	5	4	3	4.40	ดีมาก
3.4 ความเหมาะสมของกราฟฟิก ในการนำเสนอ	5	4	4	5	4	4.40	ดีมาก
3.5 ความเหมาะสมของโทนสีพื้นหลัง	4	4	4	3	4	3.80	ดีมาก
รวม	24	22	23	20	19	4.32	ดีมาก
รวม 3 ด้าน	69	65	66	59	60	4.25	ดีมาก

ตาราง 28 สรุปความคิดเห็นของนักเรียนต่อเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

รายการ	คะแนนความคิดเห็นของนักเรียนคนที่															เฉลี่ย	การ แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ																	
1.1 ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4.13	ดีมาก
1.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	3	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	3	5	4.33	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องและชัดเจนของเนื้อหา	3	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4.33	ดีมาก
1.4 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	3	3	3	5	3	5	4	3	4	5	5	3	3	3	4	3.73	ดีมาก
1.5 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับแบบทดสอบ	3	3	5	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3.80	ดีมาก
รวม	16	18	21	21	19	22	22	19	21	24	22	20	21	18	21	4.07	ดีมาก
2. ด้านภาษาและตัวอักษร																	
2.1 ภาษามีความถูกต้อง	4	4	4	4	5	5	4	4	3	4	5	4	3	4	4	4.07	ดีมาก
2.2 สำนวนภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	5	4	3	3.53	ดี
2.3 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	3	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3.93	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	3	3	5	4	4	5	4	3	4	5	3	4	4	4	4	3.93	ดีมาก
2.5 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	3	4	5	4	5	5	4	4	3	5	3	5	5	4	3	4.13	ดีมาก
รวม	16	18	23	19	21	23	19	19	16	22	19	20	21	20	18	3.92	ดีมาก
3. ด้านภาพกราฟฟิกและพื้นหลัง																	
3.1 ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4.40	ดีมาก
3.2 ภาพประกอบตรงตามเนื้อหาที่นำเสนอ	4	4	5	5	4	4	4	3	4	5	5	4	5	5	4	4.33	ดีมาก
3.3 การจัดวางตำแหน่งและขนาดของภาพ	4	4	5	4	5	5	4	4	3	5	4	4	3	3	5	4.13	ดีมาก
3.4 ความเหมาะสมของกราฟฟิกในการนำเสนอ	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4	3	3	4	4.27	ดีมาก
3.5 ความเหมาะสมของโทนสีพื้นหลัง	4	4	5	5	5	4	4	5	3	4	4	5	5	4	3	4.27	ดีมาก
รวม	20	22	25	22	24	22	20	21	18	24	22	21	21	19	20	4.28	ดีมาก
รวม 3 ด้าน	52	58	69	62	64	67	61	59	55	70	63	61	63	57	59	4.09	ดีมาก

ตาราง 29 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ
แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร”

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การแปลผล
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
2	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
3	1	0	0	1	1	0.60	ผ่าน*
4	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
5	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
6	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน*
7	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
8	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน*
9	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
10	1	0	-1	0	1	0.20	ปรับปรุง
11	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
12	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
13	-1	0	1	1	1	0.40	ปรับปรุง
14	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
15	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน*
16	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
17	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
18	1	1	-1	0	1	0.40	ปรับปรุง
19	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
20	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
21	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
22	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
23	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
24	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
25	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การแปลผล
	1	2	3	4	5		
26	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
27	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน*
28	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
29	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
30	1	1	1	0	1	0.80	ผ่าน*
31	1	1	-1	0	1	0.40	ปรับปรุง
32	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
33	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
34	1	0	1	0	1	0.60	ผ่าน*
35	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
36	1	0	-1	1	1	0.40	ปรับปรุง
37	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
38	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
39	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
40	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
41	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
42	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
43	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
44	-1	1	0	1	1	0.40	ปรับปรุง
45	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
46	1	-1	-1	1	1	0.20	ปรับปรุง
47	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
48	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
49	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
50	1	1	1	0	1	0.80	ผ่าน*

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การแปลผล
	1	2	3	4	5		
51	1	-1	1	1	1	0.60	ผ่าน*
52	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน*
53	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
54	1	-1	1	0	1	0.40	ปรับปรุง
55	1	1	0	0	1	0.60	ผ่าน*
56	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
57	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
58	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน*
59	1	0	0	1	1	0.60	ผ่าน*
60	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน*
61	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
62	1	-1	1	1	1	0.60	ผ่าน*
63	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
64	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
65	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
66	1	-1	1	1	1	0.60	ผ่าน*
67	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
68	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
69	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
70	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
71	1	1	0	0	1	0.60	ผ่าน*
72	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
73	1	0	0	1	1	0.60	ผ่าน*
74	1	-1	1	1	1	0.60	ผ่าน*
75	1	1	0	0	1	0.60	ผ่าน*

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การแปลผล
	1	2	3	4	5		
76	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
77	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
78	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
79	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
80	1	1	1	0	1	0.80	ผ่าน*
81	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
82	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน*
83	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
84	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
85	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
86	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
87	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
88	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*
89	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน*
90	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน*

* ข้อที่เลือกใช้สำหรับการไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ

ตาราง 30 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ของแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การแปลผล
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
4	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
5	-1	1	1	1	1	0.60	ผ่าน
6	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
7	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
8	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
9	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
10	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
11	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
12	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
13	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
14	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
15	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
16	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
17	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
18	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
19	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
20	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
21	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
22	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
23	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
24	-1	1	0	1	1	0.40	ปรับปรุง*
25	-1	1	1	1	1	0.60	ผ่าน
26	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
27	-1	1	0	1	1	0.40	ปรับปรุง*
28	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
29	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
30	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

* ข้อที่ 24 และ 27 แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 31 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเกณฑ์และตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการ
นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

เกณฑ์การประเมิน / ตัวบ่งชี้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การ แปลผล
	1	2	3	4	5		
A : ด้านเนื้อหา							
A ₁ : ถูกต้องตรงประเด็น สมบูรณ์ ต่อเนื่องเป็นลำดับ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
A ₂ : ถูกต้องตรงประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์ และไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ	1	0	1	1	0	0.60	ผ่าน
A ₃ : ไม่ถูกต้องตรงประเด็น	1	1	-1	1	-1	0.20	ปรับปรุง*
B : คุณลักษณะของแผนที่ความคิด							
B ₁ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ มีตัวอย่าง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
B ₂ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ ถูกต้อง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ แต่ไม่มีตัวอย่าง	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
B ₃ : กำหนดและจัดระดับของมโนทัศน์ ถูกต้อง แต่ไม่มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ และไม่มีตัวอย่าง	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
C : คุณภาพผลงาน							
C ₁ : สะอาด เป็นระเบียบ สวยงาม	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
C ₂ : สะอาด เป็นระเบียบ แต่ไม่สวยงาม	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
C ₃ : สะอาด แต่ไม่เป็นระเบียบ และไม่ สวยงาม	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
D : ความรับผิดชอบ							
D ₁ : ทำงานเสร็จตรงเวลา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
D ₂ : ทำงานเสร็จช้ากว่ากำหนด 2 วัน	1	1	0	1	0	0.60	ผ่าน
D ₃ : ทำงานเสร็จช้ากว่ากำหนด 3 วัน	1	1	-1	1	-1	0.20	ปรับปรุง*

* การแก้ไขปรับปรุงเกณฑ์ A₃ และ D₃ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งต้องปรับปรุงเกณฑ์ A₂ และ D₂ ดังนี้

- A₂ : ถูกต้องตรงประเด็น สมบูรณ์ แต่ไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ
- A₃ : ถูกต้องตรงประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์ และไม่ต่อเนื่องเป็นลำดับ
- D₂ : ทำงานเสร็จช้ากว่ากำหนด 1 วัน
- D₃ : ทำงานเสร็จช้ากว่ากำหนด 2 วัน

ตาราง 32 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ระดับความสามารถนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด	คะแนน	ตัวบ่งชี้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การ แปลผล
			1	2	3	4	5		
ดีมาก	5	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₁ B ₁ C ₁ D ₂	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₁ B ₁ C ₁ D ₃	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₁ B ₁ C ₂ D ₁	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₁ B ₁ C ₂ D ₂	1	0	0	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₁ C ₂ D ₃	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₁ C ₃ D ₁	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₁ B ₁ C ₃ D ₂	1	0	0	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₁ C ₃ D ₃	-1	-1	-1	1	-1	-0.60	ปรับปรุง*
ดี	4	A ₁ B ₂ C ₁ D ₁	0	1	1	1	0	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₂ C ₁ D ₂	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₁ B ₂ C ₁ D ₃	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₁ B ₂ C ₂ D ₂	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₂ C ₂ D ₃	1	0	0	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₃ C ₁ D ₁	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₁ B ₃ C ₁ D ₂	1	0	0	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₃ C ₁ D ₃	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₃ C ₂ D ₁	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₁ B ₃ C ₂ D ₂	1	0	0	1	1	0.60	ผ่าน
		A ₁ B ₃ C ₂ D ₃	0	1	0	1	1	0.60	ผ่าน

ตาราง 32 (ต่อ)

ระดับความสามารถการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด	คะแนน	ตัวบ่งชี้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การ แปลผล
			1	2	2	3	5		
ปานกลาง	3	A ₂ B ₁ C ₁ D ₁	0	1	1	1	0	0.60	ผ่าน
		A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₁ C ₁ D ₃	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₁ C ₂ D ₁	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₁ C ₂ D ₂	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₁ C ₂ D ₃	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₁ C ₃ D ₁	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₁ C ₃ D ₂	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₁ C ₃ D ₃	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₁ D ₁	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₁ D ₂	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₁ D ₃	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₂ D ₁	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₂ D ₂	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₃ D ₁	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₃ D ₂	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₂ C ₃ D ₃	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₁ D ₁	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₁ D ₂	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₁ D ₃	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₂ D ₁	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₂ D ₂	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₂ D ₃	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₃ D ₁	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₃ D ₂	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		A ₂ B ₃ C ₃ D ₃	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน

ตาราง 32 (ต่อ)

ระดับความสามารถการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผนที่ความคิด	คะแนน	ตัวบ่งชี้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	การ แปลผล
			1	2	3	4	5		
พอใช้	2	$A_3B_1C_1D_1$	1	1	1	1	0	0.80	ผ่าน
		$A_3B_1C_1D_2$	1	1	1	1	0	0.80	ผ่าน
		$A_3B_1C_1D_3$	1	1	0	1	0	0.60	ผ่าน
		$A_3B_1C_2D_1$	1	1	1	1	0	0.80	ผ่าน
		$A_3B_1C_2D_2$	1	1	1	1	0	0.80	ผ่าน
		$A_3B_1C_2D_3$	1	1	0	1	0	0.60	ผ่าน
		$A_3B_1C_3D_1$	1	1	1	1	0	0.80	ผ่าน
		$A_3B_1C_3D_2$	1	1	0	1	0	0.60	ผ่าน
		$A_3B_1C_3D_3$	1	1	0	1	0	0.60	ผ่าน
		$A_3B_2C_1D_1$	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		$A_3B_2C_1D_2$	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		$A_3B_2C_1D_3$	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		$A_3B_2C_2D_1$	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		$A_3B_2C_2D_2$	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		$A_3B_2C_2D_3$	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		$A_3B_2C_3D_1$	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		$A_3B_2C_3D_2$	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		$A_3B_2C_3D_3$	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
ต้องปรับปรุง	1	$A_3B_3C_1D_1$	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		$A_3B_3C_1D_2$	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		$A_3B_3C_1D_3$	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
		$A_3B_3C_2D_1$	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
		$A_3B_3C_2D_2$	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
		$A_3B_3C_2D_3$	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
		$A_3B_3C_3D_1$	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
		$A_3B_3C_3D_2$	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน
		$A_3B_3C_3D_3$	1	1	-1	1	1	0.60	ผ่าน

* เกณฑ์ $A_1B_1C_3D_3$ แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยนำเกณฑ์ดังกล่าวให้คะแนนเท่ากับ 4

ภาคผนวก จ

- ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

ตาราง 33 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้เรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร"

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r
1	23	19	0.72	0.14
2	12	6	0.31	0.21
3*	21	10	0.53	0.38
4	20	19	0.67	0.03
5*	21	13	0.59	0.28
6	17	9	0.45	0.28
7*	18	9	0.47	0.31
8	14	19	0.57	-0.17
9	23	20	0.74	0.10
10	5	2	0.12	0.10
11*	16	5	0.36	0.38
12*	16	10	0.45	0.21
13	15	10	0.43	0.17
14	5	2	0.12	0.10
15	4	9	0.22	-0.17
16	15	12	0.47	0.10
17*	12	5	0.29	0.24
18*	14	7	0.36	0.24
19	9	4	0.22	0.17
20	8	3	0.19	0.17
21	6	6	0.21	0.00
22	10	1	0.19	0.31
23	12	7	0.33	0.17
24*	14	4	0.31	0.34
25	3	6	0.16	-0.10
26	6	6	0.21	0.00
27*	20	9	0.50	0.38
28*	17	8	0.43	0.31
29	5	0	0.09	0.17
30	20	16	0.62	0.14

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r
31*	15	4	0.33	0.38
32*	12	6	0.31	0.21
33	10	6	0.28	0.14
34	8	9	0.29	-0.03
35	7	6	0.22	0.03
36*	15	3	0.31	0.41
37	10	15	0.43	-0.17
38	9	10	0.33	-0.03
39*	10	2	0.21	0.28
40	8	2	0.17	0.21
41	9	8	0.29	0.03
42	9	9	0.31	0.00
43*	16	9	0.43	0.24
44*	21	8	0.50	0.45
45	12	5	0.29	0.24
46*	17	9	0.45	0.28
47*	16	9	0.43	0.24
48*	20	6	0.45	0.48
49*	20	14	0.59	0.21
50*	16	7	0.40	0.31
51	8	10	0.31	-0.07
52	9	6	0.26	0.10
53	16	11	0.47	0.17
54	20	14	0.59	0.21
55	8	3	0.19	0.17
56	18	11	0.50	0.24
57	23	11	0.59	0.41
58	28	18	0.79	0.34
59*	24	11	0.60	0.45
60	9	7	0.28	0.07

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ	p	r
61	9	5	0.24	0.14
62*	27	12	0.67	0.52
63	11	7	0.31	0.14
64*	15	9	0.41	0.21
65	17	8	0.43	0.31
66	12	8	0.34	0.14
67*	18	7	0.43	0.38
68	8	9	0.29	-0.03
69	9	4	0.22	0.17
70	6	7	0.22	-0.03
71*	13	5	0.31	0.28
72	7	5	0.21	0.07
73*	11	4	0.26	0.24
74	4	4	0.14	0.00
75	15	10	0.43	0.17
76*	17	7	0.41	0.34
77	10	9	0.33	0.03
78*	20	11	0.53	0.31
79	15	4	0.33	0.38
80*	17	9	0.45	0.28
81	6	2	0.14	0.14
82	15	7	0.38	0.28

* ข้อสอบที่เลือกไว้จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

* ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.83

ภาคผนวก จ

- ตารางแสดงคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและการทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน
- ตารางแสดงคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและการทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 15 คน
- ตารางแสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- ตารางแสดงคำร้อยละของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียน
- ตารางแสดงคะแนนเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา
- ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

ตาราง 34 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของนักเรียน จำนวน 9 คน

คนที่	หน่วยที่ 1 (5คะแนน)	หน่วยที่ 2 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 3 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 4 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 5 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 6 (10 คะแนน)	รวม (55 คะแนน)	ร้อยละ
1	5	7	6	5	5	7	35	63.64
2	4	6	7	6	6	6	35	63.64
3	4	9	8	8	8	8	45	81.82
4	5	10	6	5	5	6	37	67.27
5	5	10	8	6	6	6	41	74.55
6	5	9	8	6	6	6	40	72.73
7	5	8	6	5	5	6	35	63.64
8	5	10	6	5	5	5	36	65.45
9	5	6	10	8	8	7	44	80.00
รวม	43	75	65	54	54	57	348	632.73
ค่า E_1								70.30

ตาราง 35 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 9 คน

คนที่	คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	ร้อยละ
1	20	66.67
2	22	73.33
3	23	76.67
4	23	76.67
5	22	73.33
6	22	73.33
7	19	63.33
8	19	63.33
9	20	66.67
รวม	190	633.33
ค่า E_2		70.37

ตาราง 37 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 15 คน

คนที่	คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	ร้อยละ
1	22	73.33
2	21	70.00
3	23	76.67
4	17	56.67
5	21	70.00
6	21	70.00
7	22	73.33
8	23	76.67
9	24	80.00
10	23	76.67
11	23	76.67
12	20	66.67
13	23	76.67
14	26	86.67
15	19	63.33
รวม	328	1093.33
ค่า E_2		72.89

ตาราง 38 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้		ร้อยละ	
	pre	post	pre	post
1	7	19	23.33	63.33
2	11	19	36.67	63.33
3	9	10	30.00	33.33
4	6	29	20.00	96.67
5	9	29	30.00	96.67
6	10	16	33.33	53.33
7	5	23	16.67	76.67
8	10	30	33.33	100.00
9	12	28	40.00	93.33
10	9	24	30.00	80.00
11	8	27	26.67	90.00
12	10	27	33.33	90.00
13	11	18	36.67	60.00
14	8	28	26.67	93.33
15	7	21	23.33	70.00
16	9	19	30.00	63.33
17	8	28	26.67	93.33
18	12	26	40.00	86.67
19	6	29	20.00	96.67
20	8	29	26.67	96.67
21	8	29	26.67	96.67
22	8	22	26.67	73.33
23	9	30	30.00	100.00
24	8	29	26.67	96.67
25	7	11	23.33	36.67
26	5	9	16.67	30.00
27	6	28	20.00	93.33
28	12	27	40.00	90.00
29	8	16	26.67	53.33
30	9	18	30.00	60.00
ร้อยละ	28.33	77.56	28.33	77.56

ตาราง 39 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบหลังเรียน

คนที่	คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้				รวม คะแนน	ค่า เฉลี่ย	ร้อยละ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การเสาะแสวงหา	การนำไปใช้			
1	4	8	4	3	19	4.75	63.33
2	3	7	6	3	19	4.75	63.33
3	4	3	2	1	10	2.50	33.33
4	4	12	9	4	29	7.25	96.67
5	4	12	9	4	29	7.25	96.67
6	3	5	5	3	16	4.00	53.33
7	3	10	7	3	23	5.75	76.67
8	4	12	9	5	30	7.50	100.00
9	4	11	9	4	28	7.00	93.33
10	3	10	8	3	24	6.00	80.00
11	4	11	8	4	27	6.75	90.00
12	4	12	7	4	27	6.75	90.00
13	2	8	5	3	18	4.50	60.00
14	4	12	8	4	28	7.00	93.33
15	4	8	7	2	21	5.25	70.00
16	1	8	7	3	19	4.75	63.33
17	4	12	8	4	28	7.00	93.33
18	4	10	8	4	26	6.50	86.67
19	4	12	9	4	29	7.25	96.67
20	4	12	9	4	29	7.25	96.67
21	4	12	9	4	29	7.25	96.67
22	1	8	8	5	22	5.50	73.33
23	4	12	9	5	30	7.50	100.00
24	4	12	9	4	29	7.25	96.67
25	0	5	3	3	11	2.75	36.67
26	0	4	3	2	9	2.25	30.00
27	4	11	9	4	28	7.00	93.33
28	4	12	7	4	27	6.75	90.00
29	0	6	6	4	16	4.00	53.33
30	3	7	5	3	18	4.50	60.00
รวม	95	284	212	107	698	174.50	2326.67
เฉลี่ย	3.17	9.47	7.07	3.57	23.27		
ร้อยละ	79.17	78.89	78.52	71.33	77.56		

ตาราง 40 แสดงคะแนนเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา

คนที่	คะแนนรวมพฤติกรรมแต่ละด้าน			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D
	ความรู้สึกรักคิด	การแสดงออก	การเห็นความสำคัญและประโยชน์			
1	37	35	36	108	3.60	1.00
2	41	44	45	130	4.33	2.08
3	44	44	42	130	4.33	1.15
4	32	37	37	106	3.53	2.89
5	34	37	40	111	3.70	3.00
6	30	34	34	98	3.27	2.31
7	43	43	41	127	4.23	1.15
8	36	37	36	109	3.63	0.58
9	44	46	49	139	4.63	2.52
10	37	37	36	110	3.67	0.58
11	39	42	35	116	3.87	3.51
12	36	40	32	108	3.60	4.00
13	34	33	31	98	3.27	1.53
14	35	36	34	105	3.50	1.00
15	43	40	38	121	4.03	2.52
16	39	38	44	121	4.03	3.21
17	40	38	37	115	3.83	1.53
18	39	41	37	117	3.90	2.00
19	35	37	40	112	3.73	2.52
20	38	41	38	117	3.90	1.73
21	36	35	36	107	3.57	0.58
22	41	41	37	119	3.97	2.31
23	44	49	42	135	4.50	3.61
24	44	38	38	120	4.00	3.46
25	34	34	43	111	3.70	5.20
26	32	34	35	101	3.37	1.53
27	30	31	30	91	3.03	0.58
28	43	47	44	134	4.47	2.08
29	34	33	30	97	3.23	2.08
30	36	35	30	101	3.37	3.21
รวม	1130	1157	1127	3414	113.80	16.52
เฉลี่ย	37.67	38.57	37.57	113.80	3.79	
S.D	4.32	4.50	4.76	12.21	0.41	

ตาราง 41 แสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด

คนที่	คะแนนการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด						รวม (30คะแนน)	ค่าเฉลี่ย	S.D
	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4	หน่วยที่ 5	หน่วยที่ 6			
1	5	5	5	4	5	5	29	4.83	0.41
2	4	5	5	5	4	4	27	4.50	0.55
3	4	4	5	4	4	4	25	4.17	0.41
4	5	5	5	5	5	5	30	5.00	0.00
5	5	5	5	5	5	4	29	4.83	0.41
6	5	5	5	3	3	4	25	4.17	0.98
7	5	5	5	3	4	4	26	4.33	0.82
8	5	5	4	5	5	4	28	4.67	0.52
9	5	5	5	2	5	4	26	4.33	1.21
10	5	4	2	2	5	5	23	3.83	1.47
11	5	5	5	5	4	4	28	4.67	0.52
12	5	5	5	5	5	5	30	5.00	0.00
13	5	2	2	2	4	2	17	2.83	1.33
14	5	5	5	5	5	5	30	5.00	0.00
15	5	5	5	5	2	4	26	4.33	1.21
16	5	2	4	2	4	4	21	3.50	1.22
17	5	5	5	5	5	5	30	5.00	0.00
18	5	2	5	5	4	4	25	4.17	1.17
19	2	2	5	5	5	4	23	3.83	1.47
20	5	5	5	5	5	5	30	5.00	0.00
21	4	4	5	5	5	2	25	4.17	1.17
22	4	5	5	5	5	4	28	4.67	0.52
23	5	5	5	4	5	5	29	4.83	0.41
24	5	4	5	5	5	5	29	4.83	0.41
25	5	4	5	4	5	5	28	4.67	0.52
26	4	4	3	2	4	2	19	3.17	0.98
27	5	2	3	4	5	4	23	3.83	1.17
28	5	4	5	4	5	5	28	4.67	0.52
29	3	5	3	3	5	2	21	3.50	1.22
30	5	3	5	5	5	5	28	4.67	0.82
รวม	140	126	136	123	137	124	786	131.00	7.48
เฉลี่ย	4.67	4.20	4.53	4.10	4.57	4.13	26.20	4.37	
S.D	0.71	1.13	0.94	1.16	0.73	0.97	3.48	0.58	

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผ่นเรื่องราวบทเรียน (Story Board) เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร
- ตัวอย่างเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

แผ่นเรื่องราวบทเรียน (Story Board)
เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร

กรอบที่ 1

โลโก้																			
Main Menu คำแนะนำก่อนเรียน จุดประสงค์ บทเรียน แหล่งค้นคว้า แบบทดสอบ ผู้จัดทำ แสดงความคิดเห็น	ยินดีต้อนรับสู่เว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร <table border="1"> <tr> <td>อักษร A</td> <td></td> <td>❖ ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>❖ ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>❖ ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>❖ ทฤษฎีอะตอมของโบร์</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>❖ ทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>❖ คุณสมบัติของสาร</td> </tr> </table>	อักษร A		❖ ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน			❖ ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน			❖ ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด			❖ ทฤษฎีอะตอมของโบร์			❖ ทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)			❖ คุณสมบัติของสาร
อักษร A		❖ ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน																	
		❖ ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน																	
		❖ ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด																	
		❖ ทฤษฎีอะตอมของโบร์																	
		❖ ทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)																	
		❖ คุณสมบัติของสาร																	
ข้อกำหนดการนำเสนอ 1. โลโก้ เป็นภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างอะตอม 2. ตัวอักษรคำว่า ยินดีต้อนรับสู่เว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร เป็นตัวอักษรวิ่งวนจากขวาไปซ้าย 3. กลุ่มของลิงค์ (Link) อยู่ด้านซ้ายมือ เมื่อผู้คลิกจะทำหน้าที่พาผู้ใช้ไปยังส่วนต่างๆภายในเว็บเพจ 4. ช่องสี่เหลี่ยมอักษร A แสดงภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่มีในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ 5. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในเรื่องนั้นหรือคำอธิบายต่างๆ 6. ตัวอักษรที่ใช้ตัวอักษรใหญ่ขนาด 7 ตัวอักษรเล็กขนาด 5 7. พื้นหลัง* - ด้านซ้ายส่วนของลิงค์ใช้สีม่วงเข้ม ด้านขวา ใช้พื้นลายสีชมพูอ่อน																			
หมายเหตุ * พื้นหลังใช้สีเดียวกันทุกหน้า																			

กรอบที่ 2

โลโก้										
	คำแนะนำก่อนเรียน									
Main Menu	- เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติทางเคมีของสาร ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ คือ 1. ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน 2. ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน 3. ทฤษฎีอะตอมของรัทเธอร์ฟอร์ด 4. ทฤษฎีอะตอมของบอร์ 5. ทฤษฎีอะตอมยุคปัจจุบัน 6. คุณสมบัติทางเคมีของสาร - ควรศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ - ควรเริ่มเรียนจากหน่วยที่ 1 ไปจนถึงหน่วยที่ 6 ตามลำดับ และทำแบบฝึกหัดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้นก่อนที่จะไปเรียนหน่วยต่อไป - เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ควรสรุปสิ่งที่ได้เรียนโดยการนำเสนอในรูปแบบที่ความคิด - หน้าจอส่วนล่างจะมีปุ่มต่างๆให้เลือก ดังนี้									
คำแนะนำก่อนเรียน										
จุดประสงค์										
บทเรียน										
แหล่งค้นคว้า										
แบบทดสอบ										
ผู้จัดทำ										
แสดงความคิดเห็น										
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="491 1317 625 1373"><u>Back</u></td> <td data-bbox="625 1317 1295 1373">หมายถึงการย้อนกลับเพื่อดูเนื้อหาเดิมซ้ำอีกครั้ง</td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1373 625 1429"><u>Next</u></td> <td data-bbox="625 1373 1295 1429">หมายถึงการเปิดไปหน้าต่อไปซึ่งมีเนื้อหาต่อจากหน้าที่ศึกษา</td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1429 625 1529"><u>หน้าแรก</u></td> <td data-bbox="625 1429 1295 1529">หมายถึงการกลับมาที่หน้าจอหลัก (Home page) เพื่อเลือกรายการใหม่หรือออกจากบทเรียน</td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1529 625 1675"><u>ข้อความ</u></td> <td data-bbox="625 1529 1295 1675">หมายถึงคำหรือข้อความที่ขีดเส้นซึ่งเมื่อเลื่อนเมาส์ผ่านแล้วจะปรากฏเป็นรูปมือ ซึ่งเป็นส่วนเพิ่มเติมรายละเอียดเนื้อหาในหน้านั้น สามารถคลิกเข้าไปเพื่อดูคำอธิบายเพิ่มเติมได้</td> </tr> </table>		<u>Back</u>	หมายถึงการย้อนกลับเพื่อดูเนื้อหาเดิมซ้ำอีกครั้ง	<u>Next</u>	หมายถึงการเปิดไปหน้าต่อไปซึ่งมีเนื้อหาต่อจากหน้าที่ศึกษา	<u>หน้าแรก</u>	หมายถึงการกลับมาที่หน้าจอหลัก (Home page) เพื่อเลือกรายการใหม่หรือออกจากบทเรียน	<u>ข้อความ</u>	หมายถึงคำหรือข้อความที่ขีดเส้นซึ่งเมื่อเลื่อนเมาส์ผ่านแล้วจะปรากฏเป็นรูปมือ ซึ่งเป็นส่วนเพิ่มเติมรายละเอียดเนื้อหาในหน้านั้น สามารถคลิกเข้าไปเพื่อดูคำอธิบายเพิ่มเติมได้
<u>Back</u>	หมายถึงการย้อนกลับเพื่อดูเนื้อหาเดิมซ้ำอีกครั้ง									
<u>Next</u>	หมายถึงการเปิดไปหน้าต่อไปซึ่งมีเนื้อหาต่อจากหน้าที่ศึกษา									
<u>หน้าแรก</u>	หมายถึงการกลับมาที่หน้าจอหลัก (Home page) เพื่อเลือกรายการใหม่หรือออกจากบทเรียน									
<u>ข้อความ</u>	หมายถึงคำหรือข้อความที่ขีดเส้นซึ่งเมื่อเลื่อนเมาส์ผ่านแล้วจะปรากฏเป็นรูปมือ ซึ่งเป็นส่วนเพิ่มเติมรายละเอียดเนื้อหาในหน้านั้น สามารถคลิกเข้าไปเพื่อดูคำอธิบายเพิ่มเติมได้									
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="740 1711 893 1789"><u>Back</u></td> <td data-bbox="893 1711 1046 1789"><u>Next</u></td> </tr> </table>		<u>Back</u>	<u>Next</u>						
<u>Back</u>	<u>Next</u>									
<u>ข้อกำหนดการนำเสนอ</u> 1. ตัวอักษรที่ใช้ตัวอักษรใหญ่ขนาด 7 ตัวอักษรเล็กขนาด 5 2. สีพื้นในกรอบคำแนะนำก่อนเรียนใช้สีชมพูเข้ม 3. สีพื้นในตารางใช้สีชมพูอ่อน										

กรอบที่ 3

โลโก้		
	คำอธิบายรายวิชา	
Main Menu		
คำแนะนำก่อนเรียน	ศึกษา วิเคราะห์ และอธิบายโครงสร้างอะตอมตามทฤษฎีอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเธอร์ฟอร์ด โบร์ ทฤษฎีอะตอมยุคปัจจุบัน และสมบัติเกี่ยวกับความเป็นโลหะ อโลหะ ขนาดอะตอม ค่าพลังงานไอออไนเซชัน ค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตี และค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม	
จุดประสงค์		
บทเรียน		
แหล่งค้นคว้า		
แบบทดสอบ	จุดประสงค์การเรียนรู้	
ผู้จัดทำ	เมื่อศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถอธิบาย 1. ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเธอร์ฟอร์ด โบร์ และทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)ได้ 2. สมบัติของอนุภาคมูลฐานของอะตอมได้ 3. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุบางชนิดได้ 4. สมบัติความเป็นโลหะ อโลหะ ขนาดอะตอม ค่าพลังงานไอออไนเซชัน ค่าอิเล็กตรอนแอฟฟินิตี และค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุตามคาบและหมู่ได้	
แสดงความคิดเห็น		
	Back Next	
<u>ข้อกำหนดการนำเสนอ</u> 1. ตัวอักษรที่ใช้ตัวอักษรใหญ่ขนาด 7 ตัวอักษรเล็กขนาด 5 2. สีพื้นในกรอบคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ใช้สีชมพูเข้ม		

กรอบที่ 4

โลโก้																		
	บทเรียน																	
Main Menu																		
คำแนะนำก่อนเรียน	เว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและคุณสมบัติของสาร" ประกอบด้วยเนื้อหา 6 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้																	
จุดประสงค์																		
บทเรียน	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="539 745 694 824">อักษร A</td> <td data-bbox="694 745 1316 824"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 824 694 902"> </td> <td data-bbox="694 824 1316 902">❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 902 694 981"> </td> <td data-bbox="694 902 1316 981">❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 981 694 1059"> </td> <td data-bbox="694 981 1316 1059">❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 1059 694 1137"> </td> <td data-bbox="694 1059 1316 1137">❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของโบร์</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 1137 694 1216"> </td> <td data-bbox="694 1137 1316 1216">❖ <u>ทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 1216 694 1294"> </td> <td data-bbox="694 1216 1316 1294">❖ <u>คุณสมบัติของสาร</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 1294 694 1373"> </td> <td data-bbox="694 1294 1316 1373"></td> </tr> </table>		อักษร A			❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน</u>		❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน</u>		❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด</u>		❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของโบร์</u>		❖ <u>ทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)</u>		❖ <u>คุณสมบัติของสาร</u>		
อักษร A																		
	❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน</u>																	
	❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของทอมสัน</u>																	
	❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด</u>																	
	❖ <u>ทฤษฎีอะตอมของโบร์</u>																	
	❖ <u>ทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)</u>																	
	❖ <u>คุณสมบัติของสาร</u>																	
แหล่งค้นคว้า																		
แบบทดสอบ																		
ผู้จัดทำ																		
แสดงความคิดเห็น																		
ข้อกำหนดการนำเสนอ 1. ตัวอักษรที่ใช้ตัวอักษรใหญ่ขนาด 7 ตัวอักษรเล็กขนาด 5 2. สีพื้นในกรอบบทเรียนสีฟ้าอ่อน 3. ช่องสี่เหลี่ยมอักษร A แสดงภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่มีในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ 4. คำหรือข้อความที่ขีดเส้นใต้ สามารถเลือกเพื่อดูรายละเอียดในเรื่องนั้นหรือคำอธิบายต่างๆ																		

กรอบที่ 5

โลโก้			
Main Menu <u>คำแนะนำก่อนเรียน</u> <u>จุดประสงค์</u> <u>บทเรียน</u> <u>แหล่งค้นคว้า</u> <u>แบบทดสอบ</u> <u>ผู้จัดทำ</u> <u>แสดงความคิดเห็น</u>	<table border="1"> <tr> <td>ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน</td> <td>Unit I</td> </tr> </table> จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อศึกษาบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ 1. อธิบายทฤษฎีอะตอมของดอลตันได้ 2. บอกข้อดีและข้อเสียของทฤษฎีอะตอมของดอลตันได้ <u>Back</u> <u>Next</u>	ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	Unit I
	ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	Unit I	
	<u>หน้าแรก</u> <u>บทเรียน</u> <u>แบบทดสอบ</u> <u>แหล่งค้นคว้า</u> <u>แสดงความคิดเห็น</u> <u>ผู้จัดทำ</u>		
	<u>ข้อกำหนดการนำเสนอ</u> 1. ตัวอักษรที่ใช้ตัวอักษรใหญ่ขนาด 7 ตัวอักษรเล็กขนาด 5 2. ข้อความที่ขีดเส้นใต้ คือ กลุ่มของลิงค์ (Link) เมื่อผู้คลิกจะทำหน้าที่พาผู้ใช้ไปยังส่วนต่างๆที่ระบุไว้ 3. สีพื้นในกรอบเล็กใช้สีชมพูเข้ม กรอบใหญ่สีชมพูอ่อน		

กรอบที่ 6

โลโก้	
	ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน Unit I
Main Menu	
คำแนะนำก่อนเรียน	อะตอม (Atom) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกว่า Atomos (A แปลว่า "ไม่" , tomos แปลว่า "แบ่งได้") ซึ่งลิวคิปโปส (Leukippos) และดีโมคริตอส (Demokritos) ได้เสนอทฤษฎีที่กล่าวถึงอะตอมว่าเป็นส่วนประกอบที่เล็กที่สุดของสาร ทำลายและแบ่งแยกไม่ได้ แต่ในสมัยนั้นยังไม่มีทางทดลองเพื่อพิสูจน์และสนับสนุนทฤษฎีดังกล่าว
จุดประสงค์	ภาพจอห์น ดอลตัน ในปี ค.ศ.1808 จอห์น ดอลตัน (John Dalton) ชาวอังกฤษได้รวบรวมเรื่องเกี่ยวกับอะตอมและตั้งเป็นทฤษฎีขึ้น เรียกว่า "ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน" ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้
บทเรียน	1. สสารประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ เรียกว่า "อะตอม" ซึ่งไม่สามารถแบ่งแยกต่อไปได้อีก 2. อะตอมจะทำให้เกิดขึ้นใหม่หรือสูญหายไม่ได้(กฎทรงมวลของสาร) 3. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีสมบัติทางเคมี ทางฟิสิกส์ และมีมวล น้ำหนักเหมือนกัน และจะมีสมบัติแตกต่างจากธาตุหรือสารอื่น 4. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวทางเคมีระหว่างอะตอมของธาตุต่างชนิดกันด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นเลขลงตัวน้อยๆ (กฎสัดส่วนคงที่) 5. โมเลกุลของสารประกอบชนิดเดียวกันย่อมมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ และมีสมบัติต่างจากสารประกอบอื่น เช่น โมเลกุลของน้ำ (H_2O) ต่างจากโมเลกุลของดินประสิว (KNO_3)
แหล่งค้นคว้า	
แบบทดสอบ	
ผู้จัดทำ	
แสดงความคิดเห็น	

กรอบที่ 6 (ต่อ)

โลโก้		
	ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	Unit I
Main Menu	ทฤษฎีอะตอมของดอลตันกำหนดให้อะตอมมีแบบจำลองอะตอมเป็นทรงกลมตัน มีขนาดเล็ก ไม่สามารถแบ่งแยก หรือทำให้สูญหายได้ ดังภาพ	
<u>คำแนะนำก่อนเรียน</u>		
<u>จุดประสงค์</u>		
<u>บทเรียน</u>	ภาพนิ่งแบบจำลองอะตอมของดอลตัน	
<u>แหล่งค้นคว้า</u>	ทฤษฎีอะตอมของดอลตันถูกล้มเลิก เพราะไม่สามารถอธิบายการทดลองต่างๆได้ ดังนี้	
<u>แบบทดสอบ</u>	1. ทำไมอะตอมของธาตุต่างๆ จึงมีมวลแตกต่างกัน	
<u>ผู้จัดทำ</u>	2. ทำไมธาตุหนึ่งทำปฏิกิริยากับธาตุอื่นไม่ได้ทุกธาตุ แต่จะทำปฏิกิริยาได้เฉพาะบางธาตุ และจำนวนอะตอมของธาตุที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจึงแตกต่างกัน	
<u>แสดงความคิดเห็น</u>	3. การเกิดรังสีแคโทดของหลอดรังสีแคโทด	
	4. การเกิดไอโซโทปของธาตุ	
	Back	Next
	หน้าแรก <u>บทเรียน</u> <u>แบบทดสอบ</u> <u>แหล่งค้นคว้า</u> <u>แสดงความคิดเห็น</u> <u>ผู้จัดทำ</u>	

ข้อกำหนดการนำเสนอ

1. ตัวอักษรที่ใช้ตัวอักษรใหญ่ขนาด 7 ตัวอักษรเล็กขนาด 5
2. ข้อความที่ขีดเส้นใต้ คือ กลุ่มของลิงค์ (Link) เมื่อผู้คลิกจะทำหน้าที่พาผู้ใช้ไปยังส่วนต่างๆที่ระบุไว้

คำอธิบายเพิ่มเติม

เมื่อคลิกที่ภาพหรือข้อความคำว่า จอห์น ดอลตัน จะลิงค์ไปที่เว็บไซต์

<http://www.bwc.ac.th/struchem44/m4/pp03/dalton.htm> ซึ่งแสดงประวัติของจอห์น ดอลตัน

เมื่อคลิกคำว่า กฎทรงมวลของสาร จะมีคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎทรงมวลของสาร (Law of Conservative of Mass) กล่าวว่า “มวลของสารก่อนเข้าทำปฏิกิริยาเคมีย่อมเท่ากับมวลของสารหลังจากเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้ว” เช่น $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$

จากปฏิกิริยาเคมี พบว่า ผลรวมของ AgNO_3 กับ NaCl เท่ากับผลรวมของ AgCl กับ NaNO_3 ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีอะตอมของดอลตันที่กล่าวว่า “อะตอมทำให้สูญหายหรือทำให้เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้”

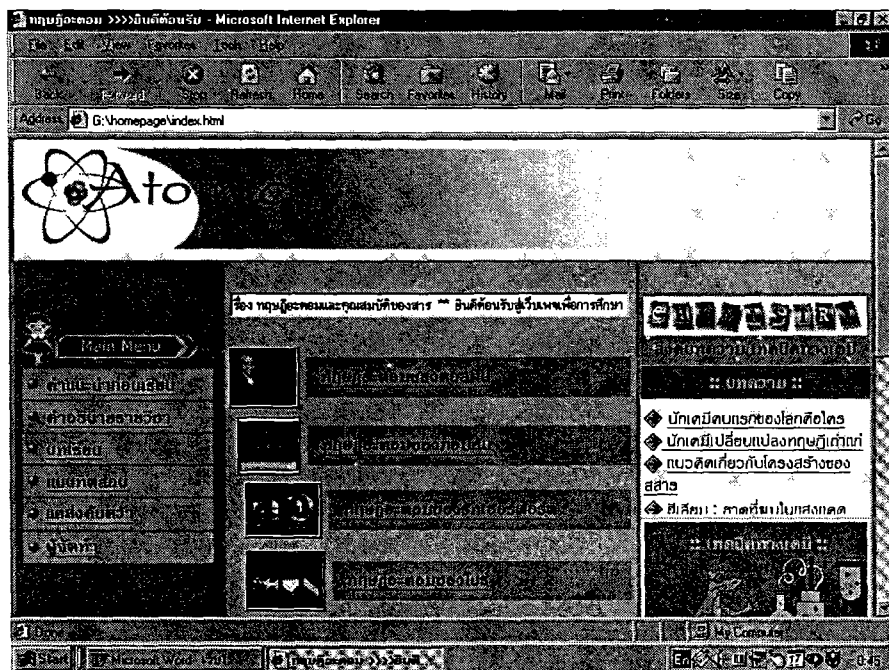
และคำว่า กฎสัดส่วนคงที่ จะมีคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ กฎสัดส่วนคงที่ (Law of Proportional of Mass) กล่าวว่า “เมื่อธาตุต่างๆรวมตัวกันทางเคมีเกิดเป็นสารประกอบโดยมีอัตราส่วนในการรวมตัวเป็นเลขลงตัวน้อยๆ” เช่น ไฮโดรเจนอะตอมรวมตัวทางเคมีกับออกซิเจนอะตอม เกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ โดยมีอัตราส่วนการรวมตัวทางเคมีของไฮโดรเจนต่อออกซิเจนเท่ากับ 1 ต่อ 2 โดยปริมาตร หรือ 1 ต่อ 8 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีอะตอมของดอลตันที่กล่าวว่า “สารประกอบเกิดจากการรวมตัวทางเคมีระหว่างอะตอมของธาตุต่างชนิดกันด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นเลขลงตัวน้อยๆ”

กรอบที่ 7

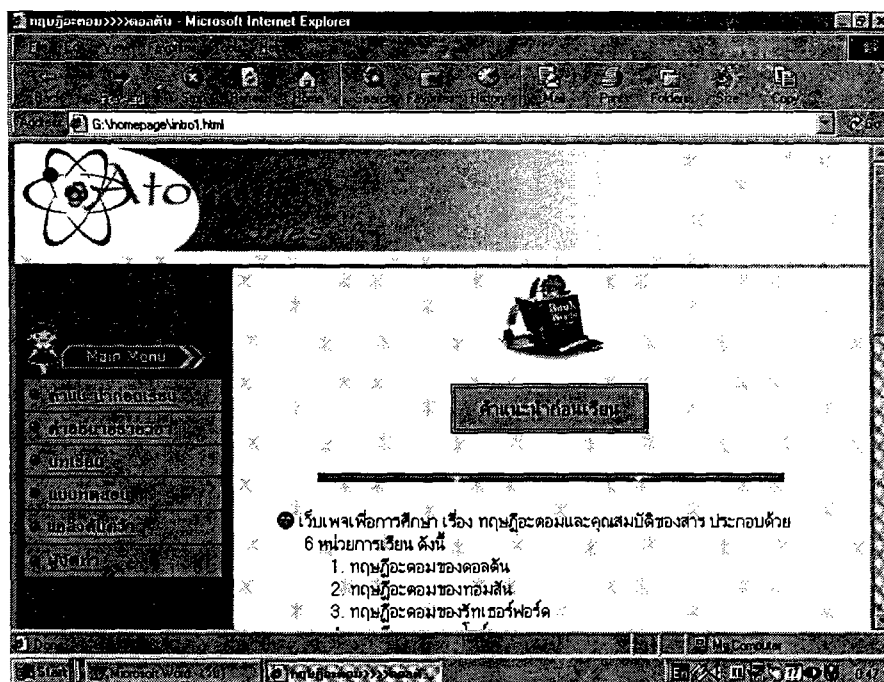
โลโก้		
	ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	Unit 1
Main Menu	แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1	
คำแนะนำก่อนเรียน	กรณารอก ชื่อ-นามสกุล : รหัสประจำตัว :	
จุดประสงค์	คำชี้แจง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว 1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ก. อะตอมเป็นทรงกลมตัน ขนาดเล็ก แบ่งแยกได้ ข. อะตอมเป็นทรงกลมตัน ขนาดเล็ก แบ่งแยกไม่ได้ ค. อะตอมเป็นทรงกลมกลวง ขนาดเล็ก แบ่งแยกได้ ง. อะตอมเป็นทรงกลมกลวง ขนาดเล็ก แบ่งแยกไม่ได้ 2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบด้วยคาร์บอนและออกซิเจนในอัตราส่วน 3 : 8 โดยมวล การรวมตัวของธาตุดังกล่าวเป็นไปตามกฎข้อใด ก. กฎทรงมวลของสาร ข. กฎสัดส่วนพหุคูณ ค. กฎสัดส่วนคงที่ ง. ไม่มีข้อใดถูก 3. จากการวิเคราะห์น้ำจากแหล่งต่างๆ พบว่า ประกอบด้วยมวลของไฮโดรเจนต่อมวลของออกซิเจนในอัตราส่วน 1 : 8 ปรากฏการณ์นี้อธิบายได้ด้วยทฤษฎีอะตอมของดอลตันข้อใด ก. อะตอมไม่สามารถทำให้สูญหายไป ข. อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร ค. อะตอมเป็นอนุภาคที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก ง. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติทางเคมีเหมือนกัน และแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น	
บทเรียน		
แหล่งค้นคว้า		
แบบทดสอบ		
ผู้จัดทำ		
แสดงความคิดเห็น		

กรอบที่ 7 (ต่อ)

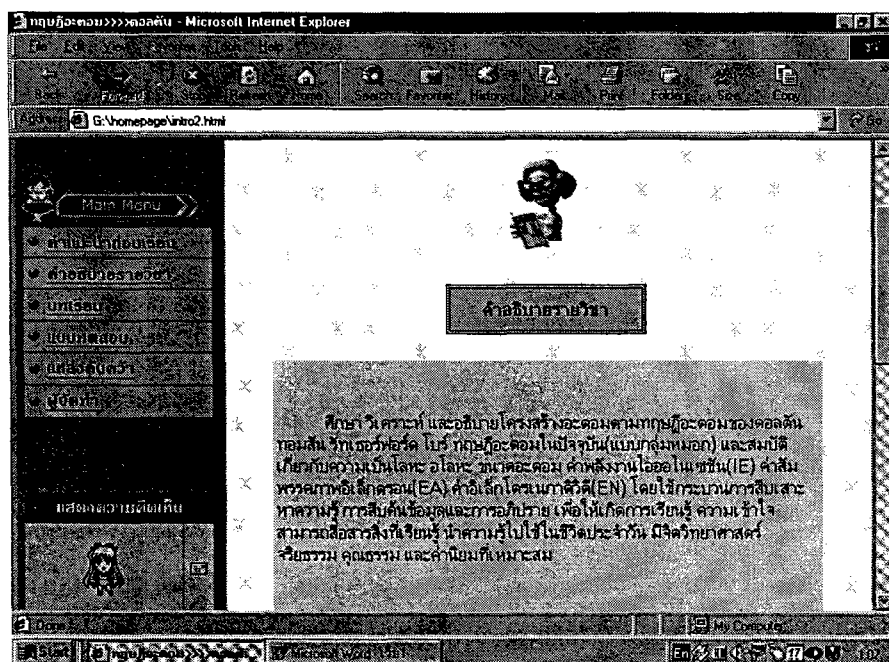
โลโก้	
ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน	Unit 1
4. การทดลองใดที่ได้ผลเป็นไปตามกฎทรงมวลของสาร ก. ระเบิดแก๊สไฮโดรเจน 1 กรัม กับแก๊สออกซิเจน 9 กรัม และมีแก๊สเหลือ 1.2 กรัม เกิดน้ำ 10 กรัม ข. นำโลหะทองแดง 3.6 กรัม เผากับผงกำมะถัน 3.2 กรัม แล้วได้สารประกอบคอปเปอร์(II)ซัลไฟด์ 9.2 กรัม ค. โลหะโซเดียม 3 กรัม ทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีน 3.55 กรัม ได้โซเดียมคลอไรด์ 5.85 กรัม มีโซเดียมเหลือ 0.7 กรัม ง. ถ้าอัตราส่วนของ Mg : O ใน MgO = 3 : 2 ดังนั้น เมื่อเผา Mg 1.2 กรัม จะได้ MgO 2.2 กรัม 5. ทฤษฎีอะตอมของดอลตันไม่ได้รับการยอมรับ เพราะเหตุใด ก. ไม่สามารถอธิบายการเกิดรังสีแคโทดได้ ข. ไม่สามารถอธิบายการเกิดไอโซโทปของธาตุได้ ค. มีการค้นคว้าและเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ง. ถูกต้องทุกข้อ	
ยกเลิก ส่งคำตอบ	
หน้าแรก หน้าถัดไป	
<u>ข้อกำหนดการนำเสนอ</u> - ตัวอักษรที่ใช้ตัวอักษรใหญ่ขนาด 7 ตัวอักษรเล็กขนาด 5 - สีพื้นในกรอบบนใช้สีม่วงเข้ม - เมื่อคลิกเลือกส่งคำตอบจะพบกับสรุปผลการทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยที่ 1 ซึ่งเป็นกรอบสี่เหลี่ยมปรากฏในหน้าเว็บเพจที่เป็นแบบฝึกหัด โดยมีเงื่อนไข ดังนี้ - ทำถูก 8 – 10 ข้อ จะปรากฏคำว่า ดีมาก 5 – 7 ข้อ จะปรากฏคำว่า ดี 0 – 4 ข้อ จะปรากฏคำว่า ควรปรับปรุง กลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่	



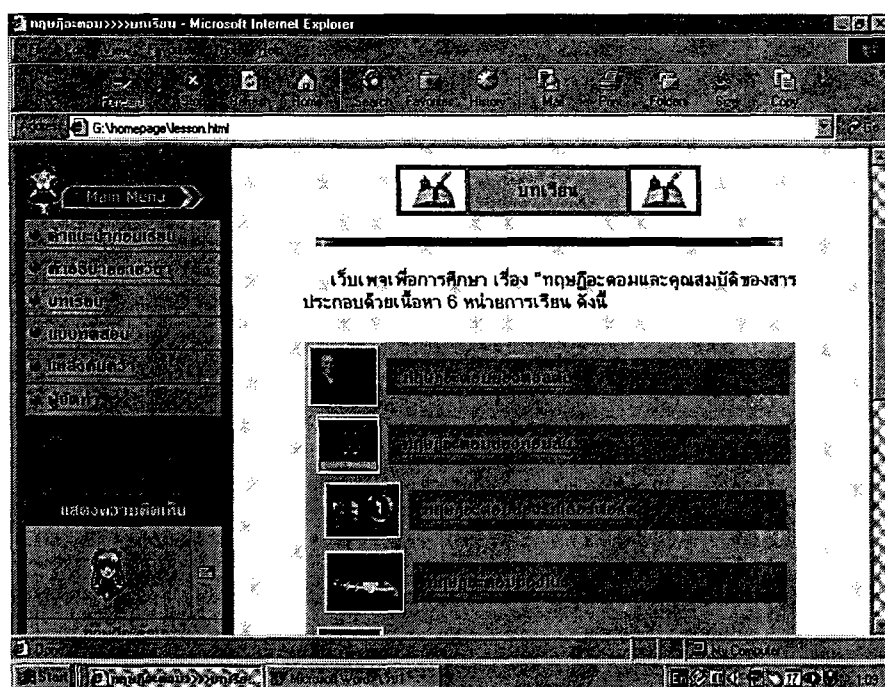
ตัวอย่างหน้าแรก (Home Page)



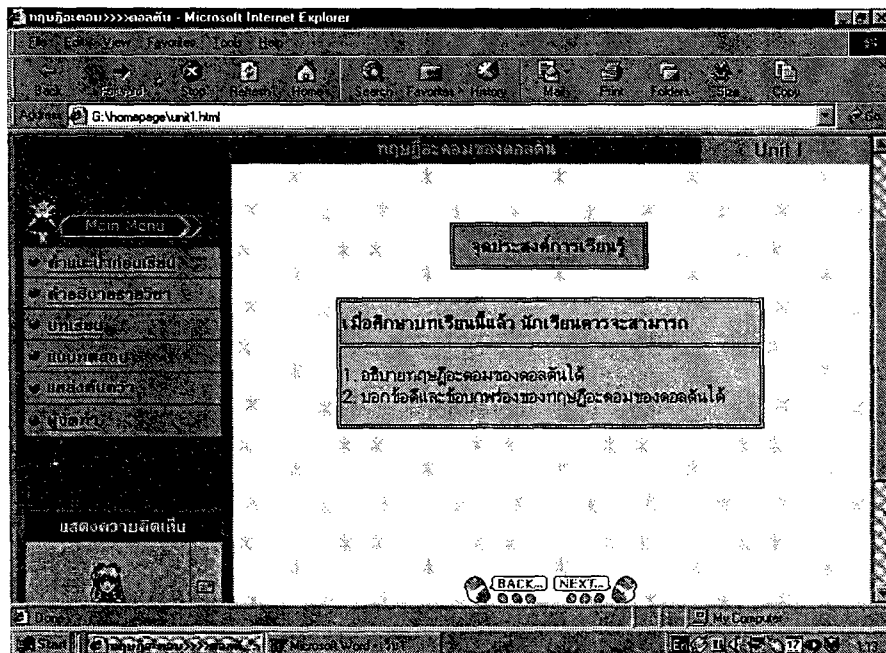
ตัวอย่างเว็บเพจคำแนะนำก่อนเรียน



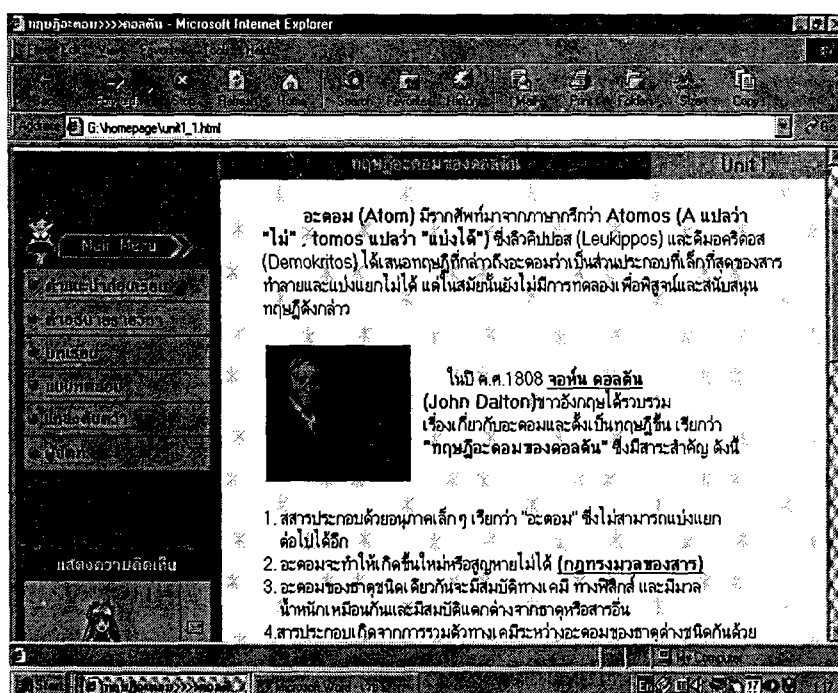
ตัวอย่างเว็บเพจคำอธิบายรายวิชา



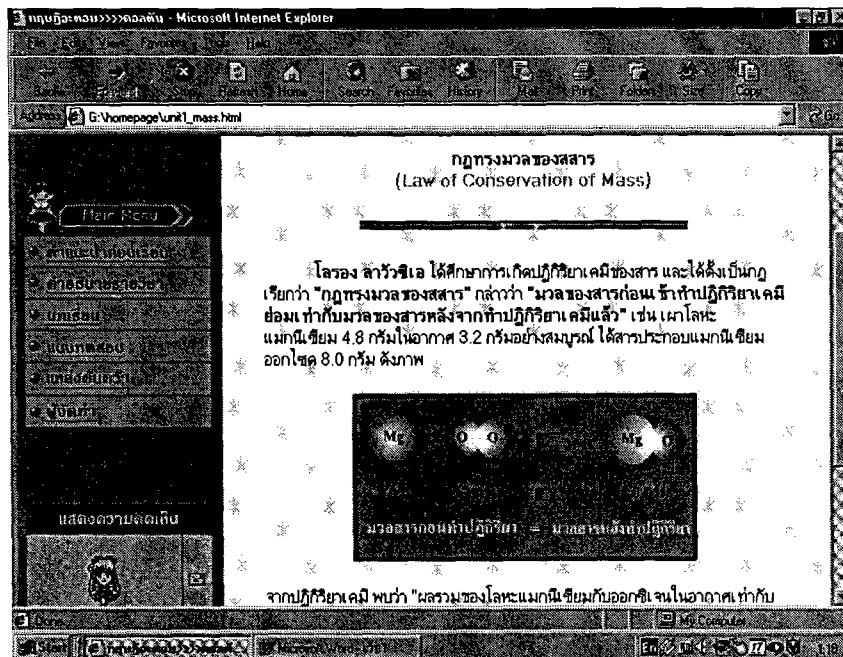
ตัวอย่างเว็บเพจบทเรียน



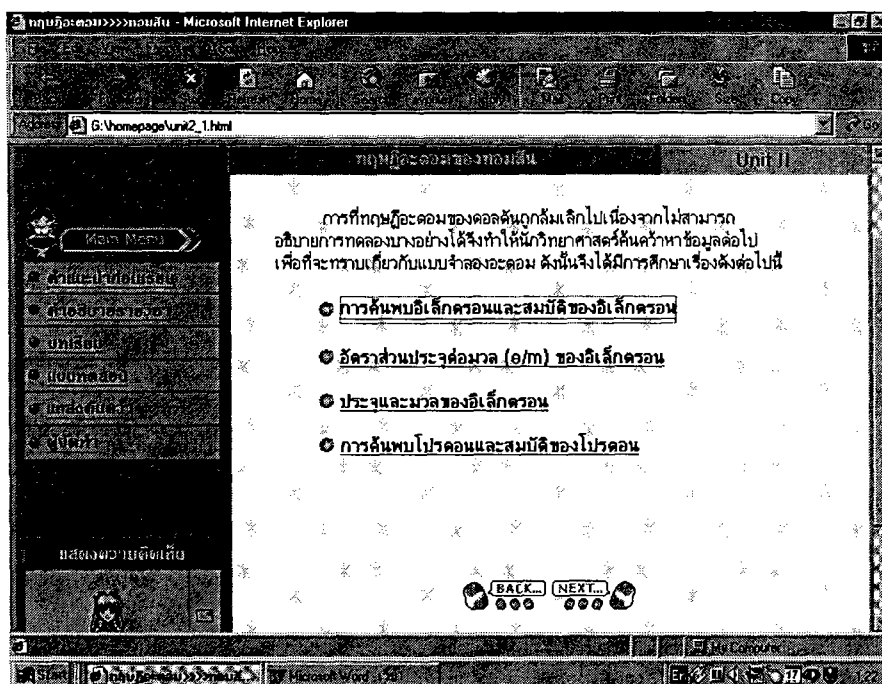
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 1



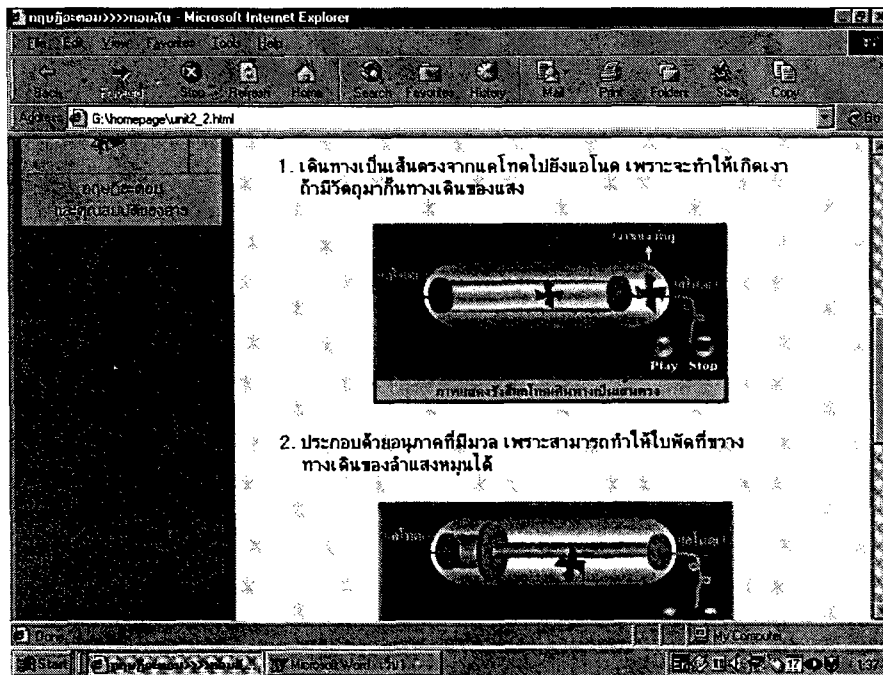
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 1



ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 1



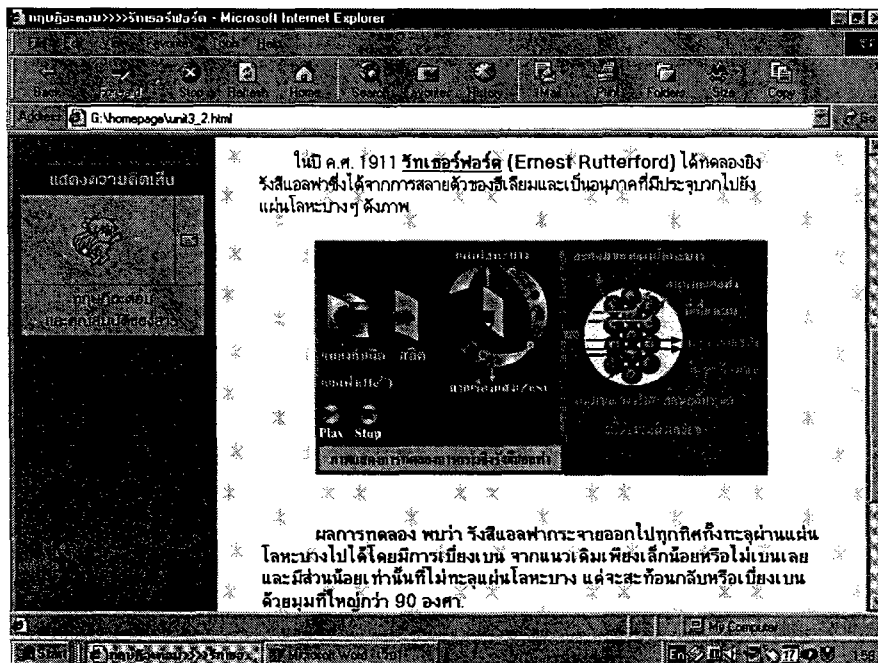
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 2



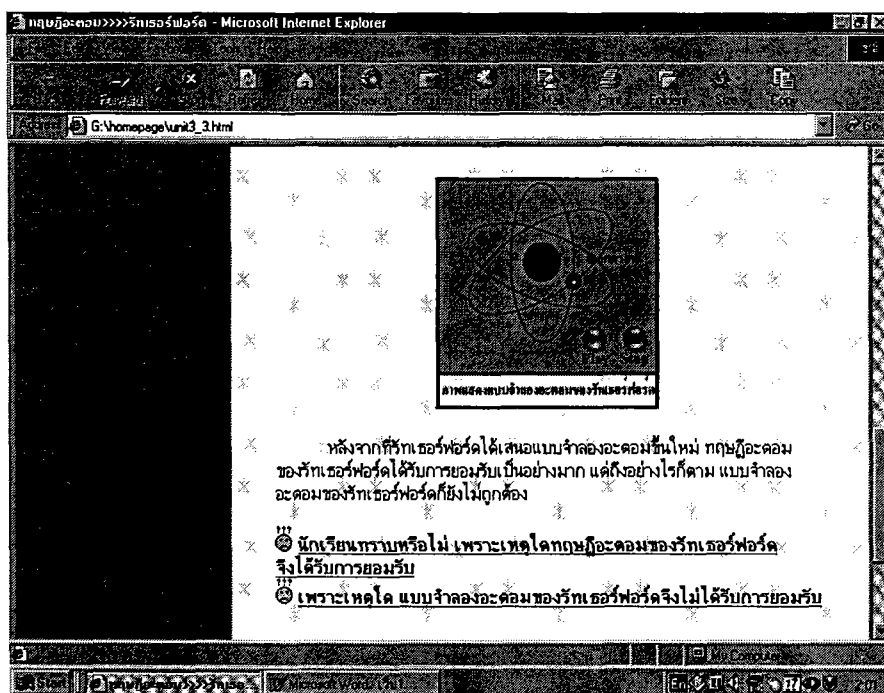
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 2



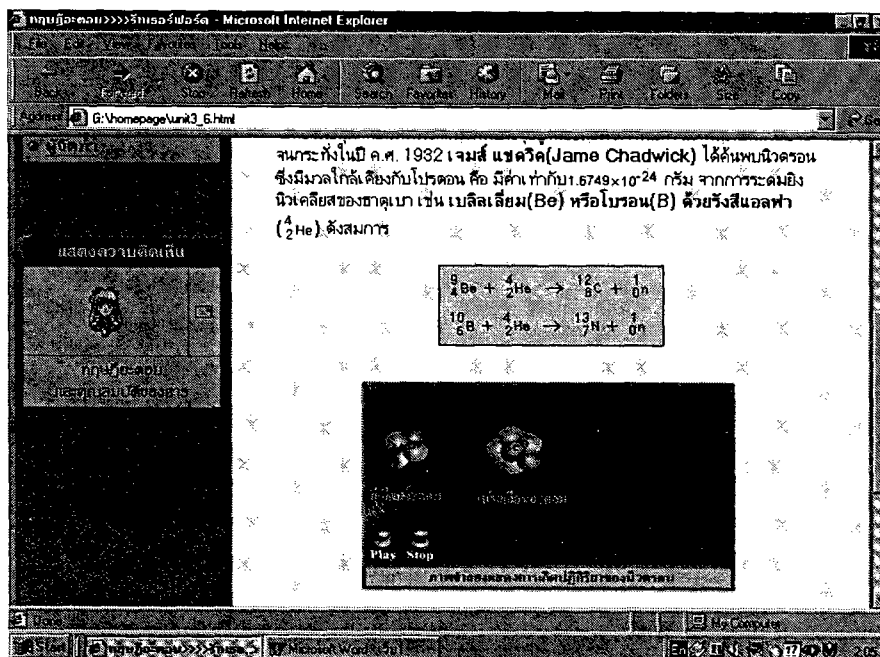
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 2



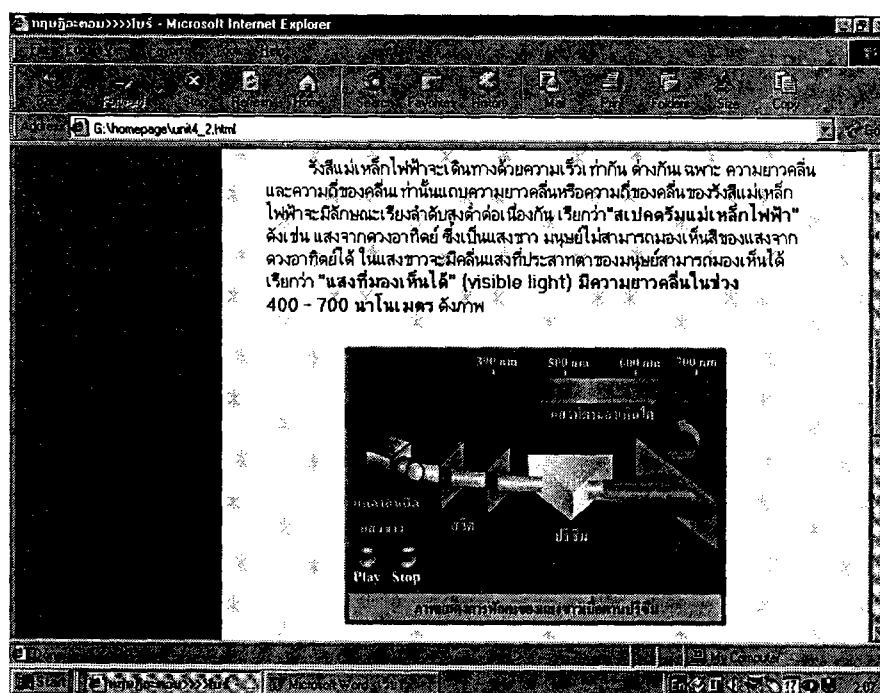
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 3



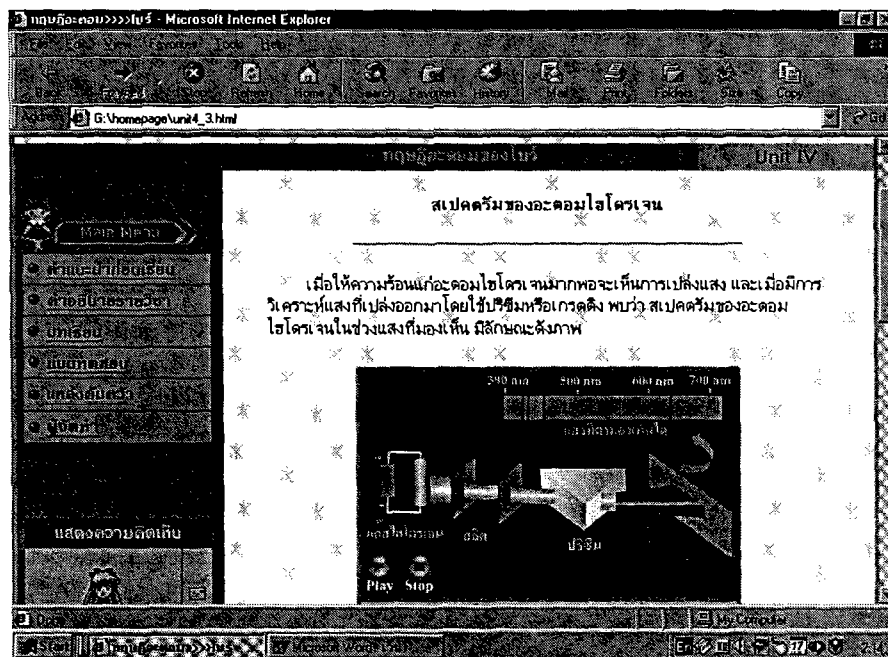
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 3



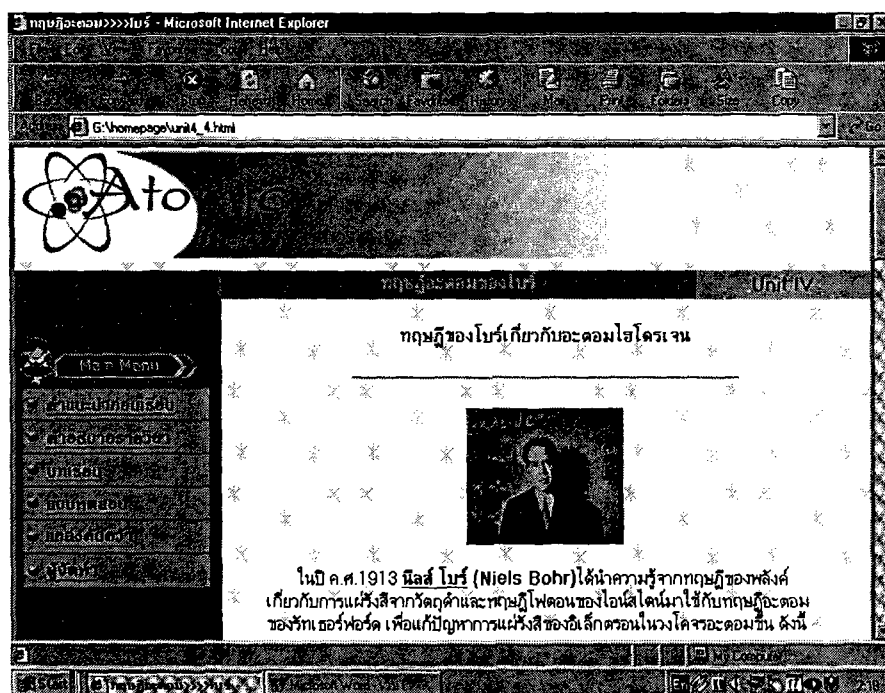
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 3



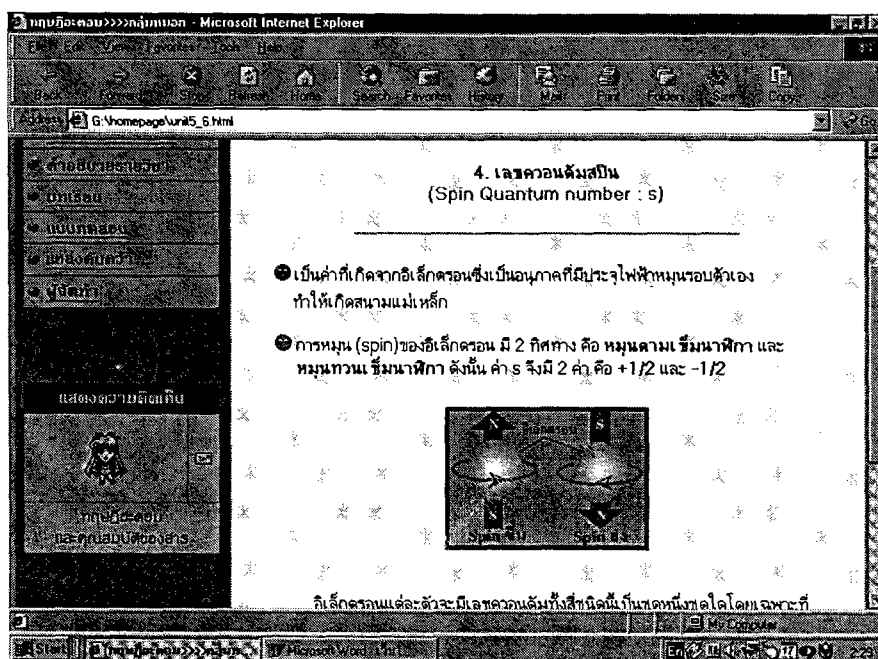
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 4



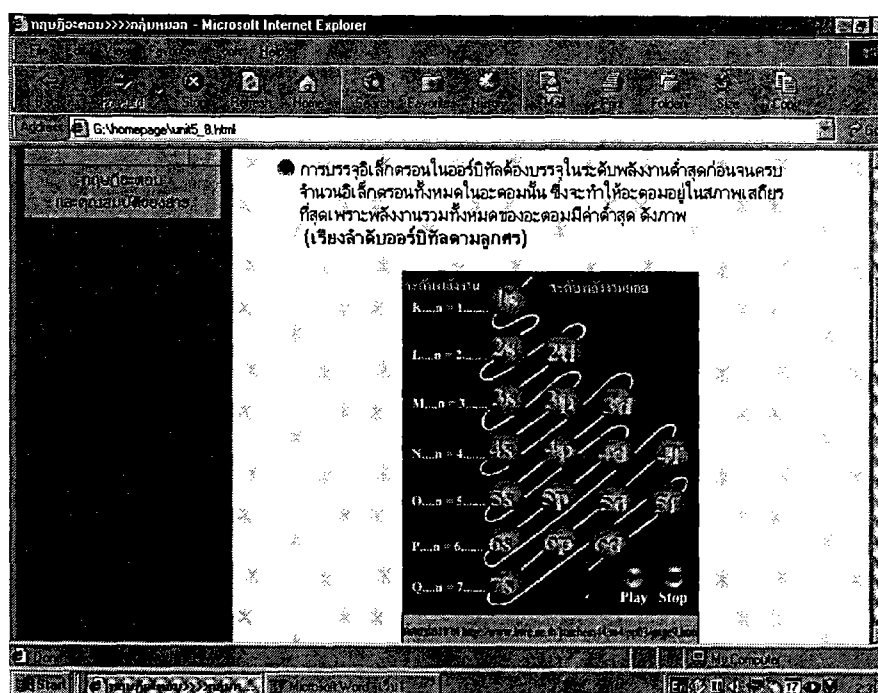
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 4



ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 4



ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 5



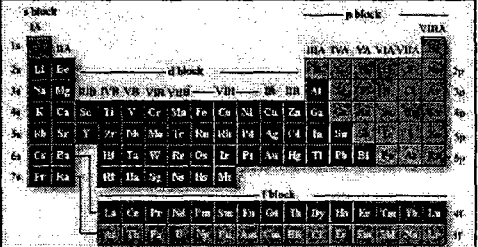
ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 5

ภาพหน้าจอของเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ 6 - Microsoft Internet Explorer

Address: G:\homepage\unit6_1.html

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

ตารางธาตุ (Periodic Table) คือ ตารางที่รวบรวมธาตุต่างๆ ให้เรา เป็นหมวดหมู่ตามสมบัติที่คล้ายคลึงกันไว้พวกเดียวกัน ซึ่งตารางธาตุในปัจจุบัน จัดเรียงตามเลขอะตอม โดยเรียกแถวในแนวนอนว่า "คาบ" (Period) มีทั้งหมด 7 คาบ และแนวตั้งเรียกว่า "หมู่" (Group) หรือ "คอลัมน์" (Column) มี 18 หมู่ โดย แบ่งเป็นหมู่ A และหมู่ B ธาตุที่อยู่ในหมู่ A จะเป็นธาตุปกติ ส่วนธาตุในหมู่ B จะเป็น ธาตุแทรนซิชันหรือโลหะแทรนซิชัน ธาตุทั้งหมดแบ่งเป็น ขดใหญ่ๆ ได้ 4 ขด (Block) ตามลำดับการบรรจุอิเล็กตรอน คือ ขด s, p, d และ f



ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 6

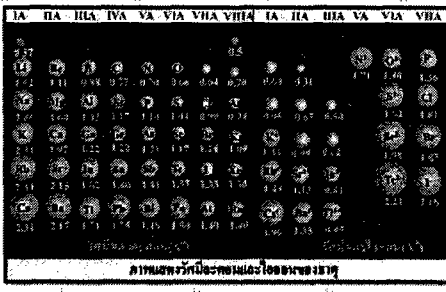
ภาพหน้าจอของเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ 6 - Microsoft Internet Explorer

Address: G:\homepage\unit6_3.html

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

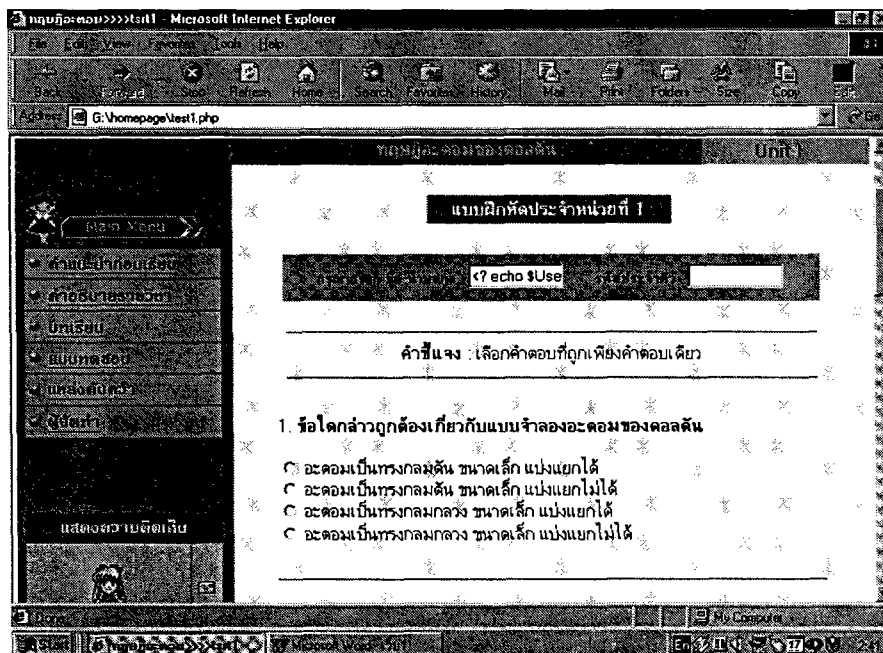
หมู่เดียวกัน ขนาดอะตอมจะใหญ่ขึ้น ถ้าเลขอะตอมเพิ่มขึ้น (บนลงล่าง) เพราะระดับพลังงานเพิ่มขึ้น จึงทำให้อิเล็กตรอนอยู่ห่างจากนิวเคลียสมากขึ้น จึงทำให้ ขนาดอะตอมใหญ่ขึ้น (รัศมีอะตอมใหญ่ขึ้น)

**** สำหรับขนาดของไอออนบวก < อะตอมที่เป็นกลาง < ไอออนลบ ****

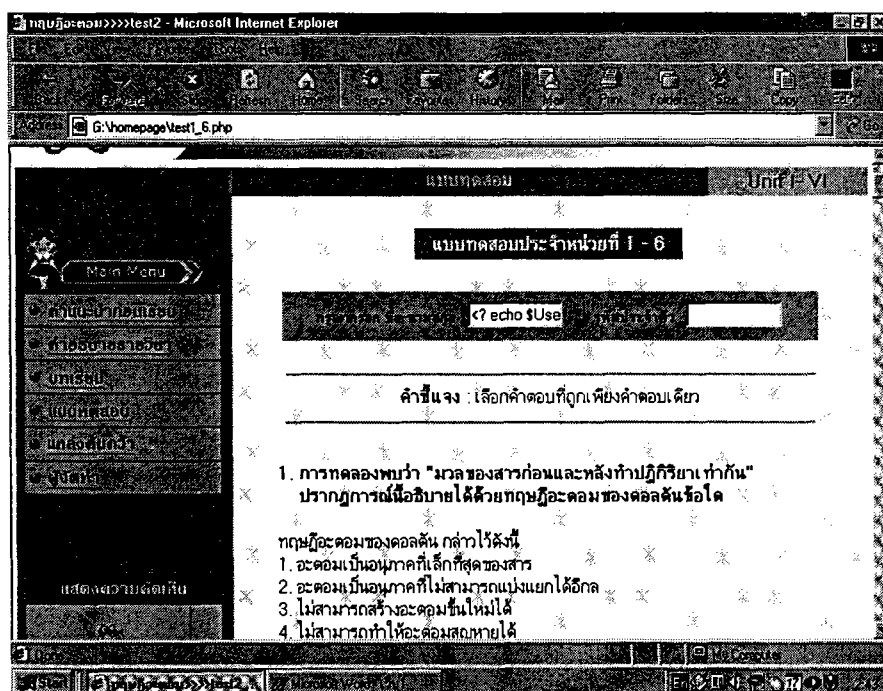


ตารางธาตุที่แสดงแนวโน้มของขนาดอะตอม

ตัวอย่างเว็บเพจหน่วยการเรียนรู้ที่ 6



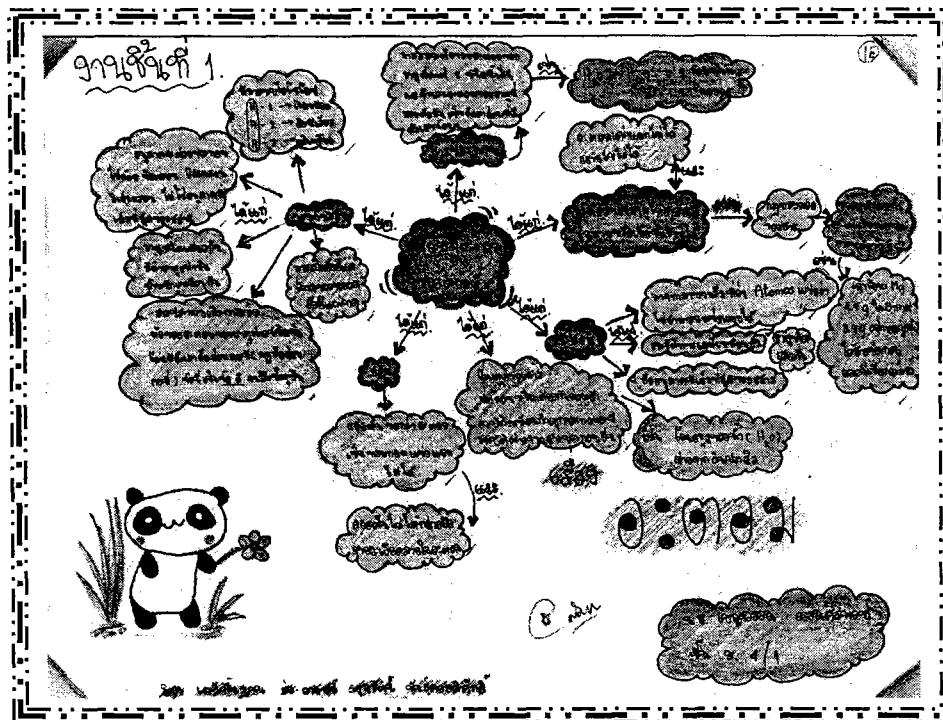
ตัวอย่างเว็บเพจแบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 1



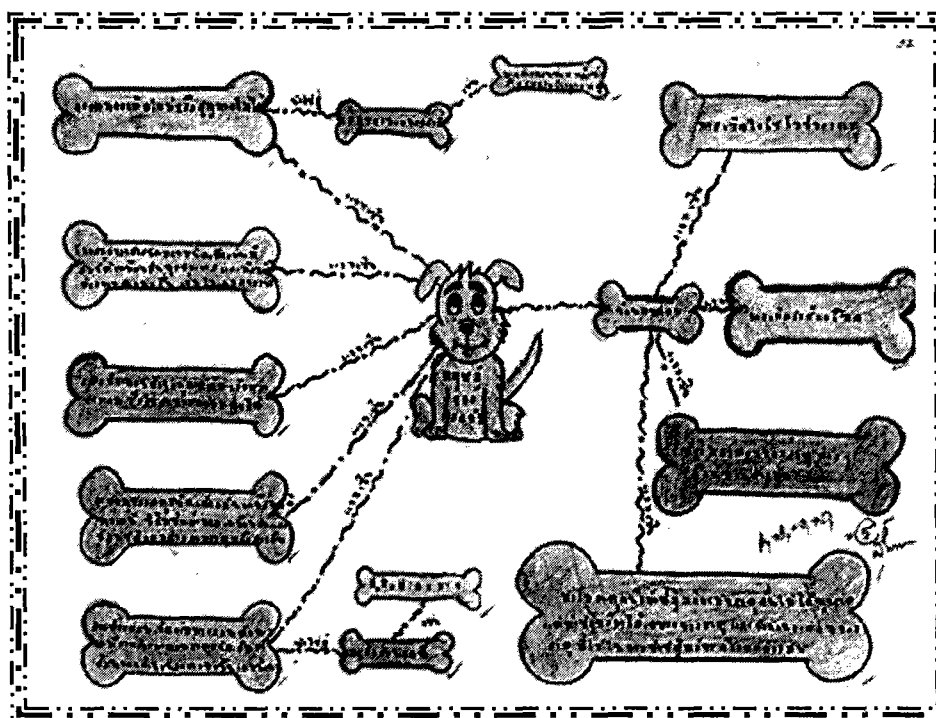
ตัวอย่างเว็บเพจแบบทดสอบ

ภาคผนวก ข

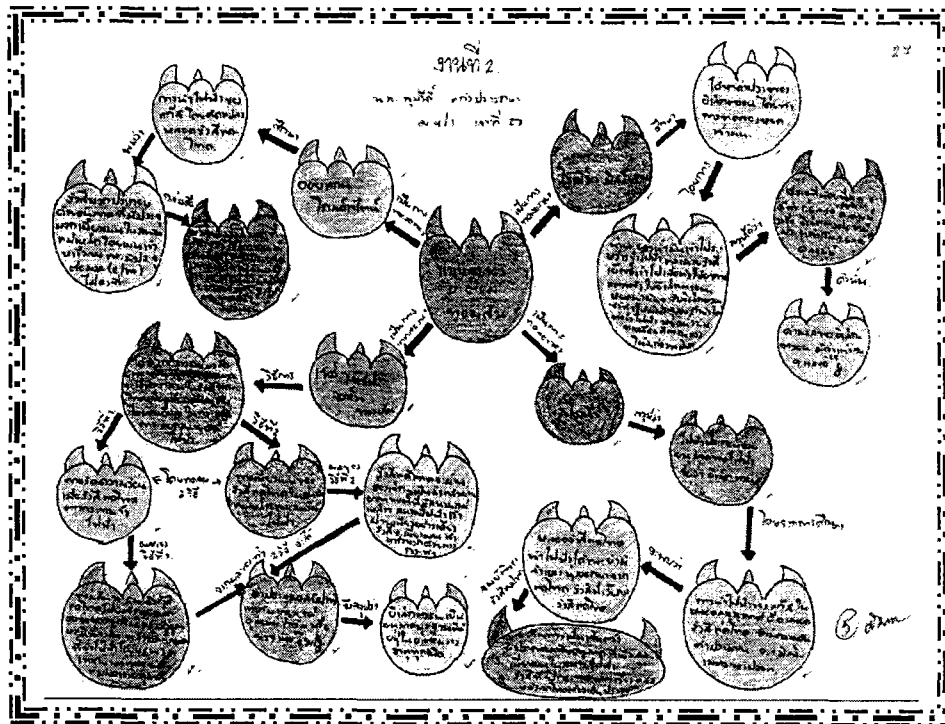
- ตัวอย่างผลงานการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการทำแผนที่ความคิด



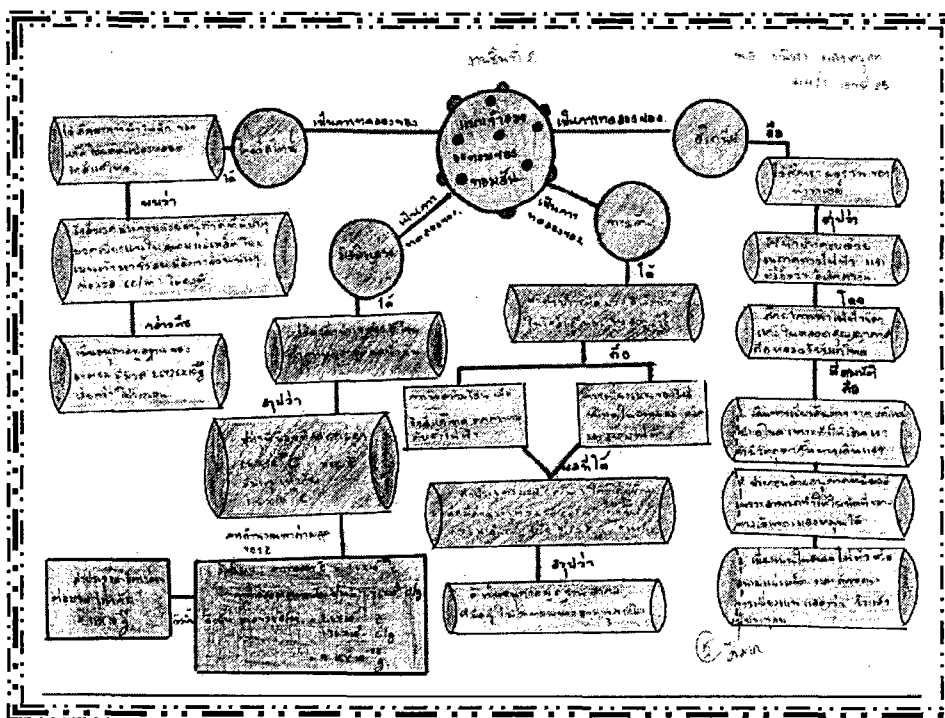
ผลงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทักษะการเขียนของคอลตัน



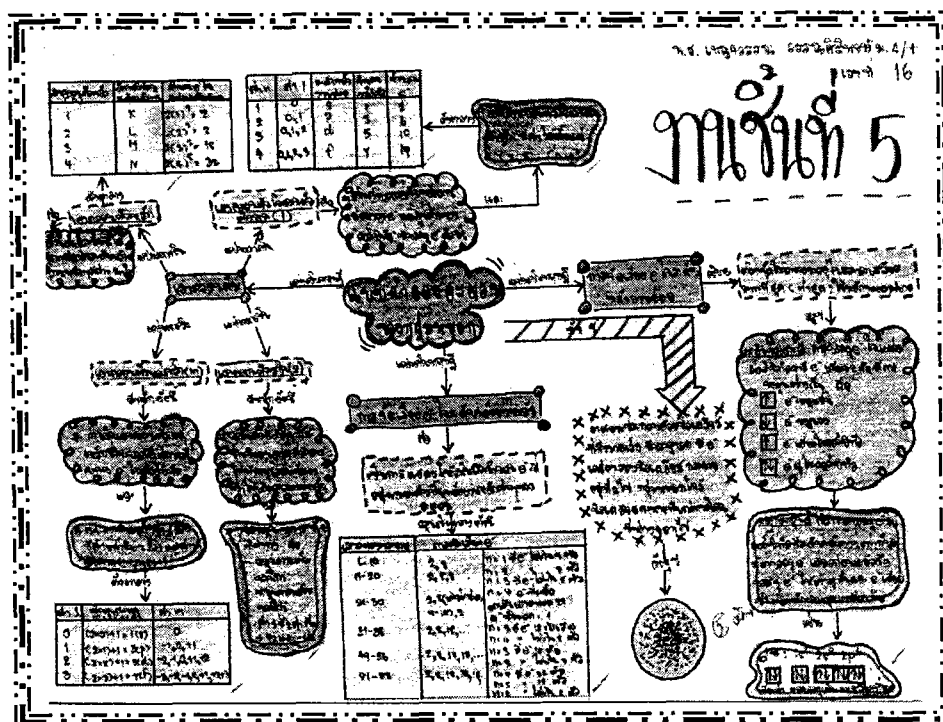
ผลงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทักษะการเขียนของคอลตัน



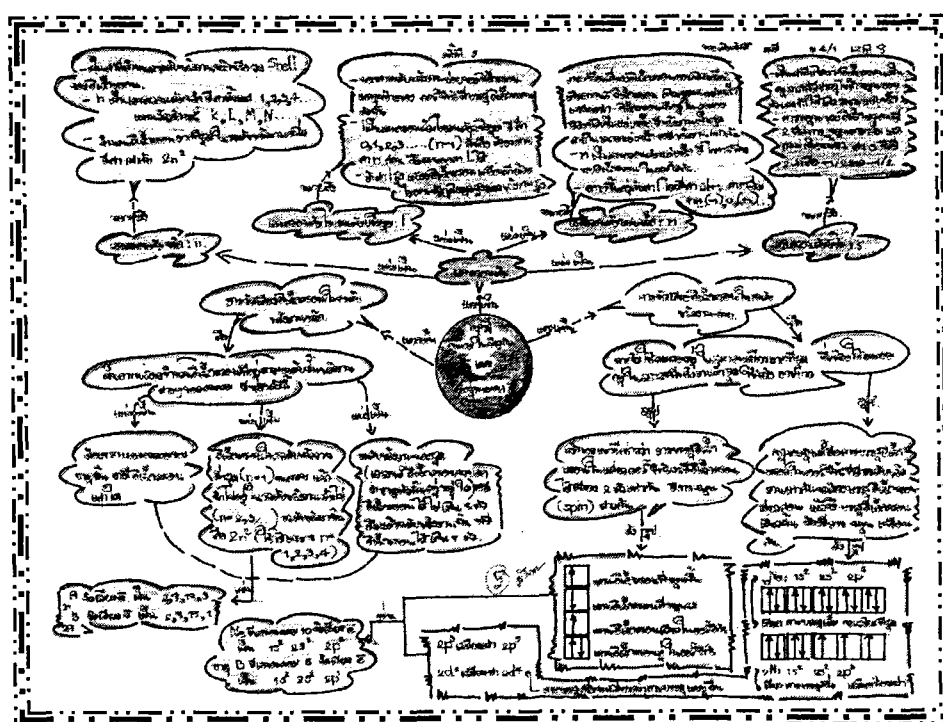
ผลงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน



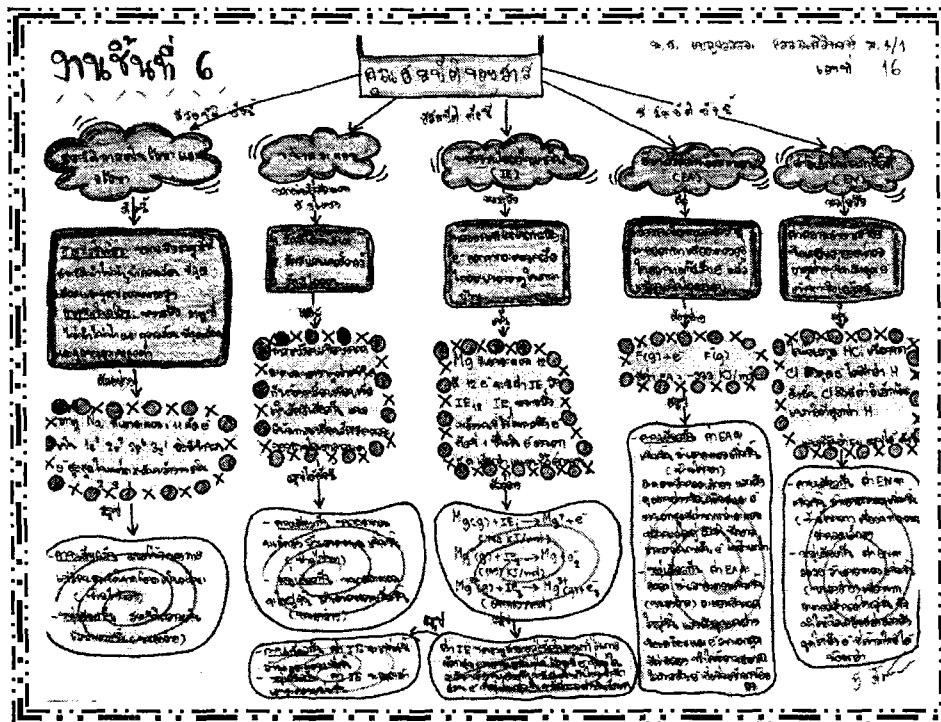
ผลงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน



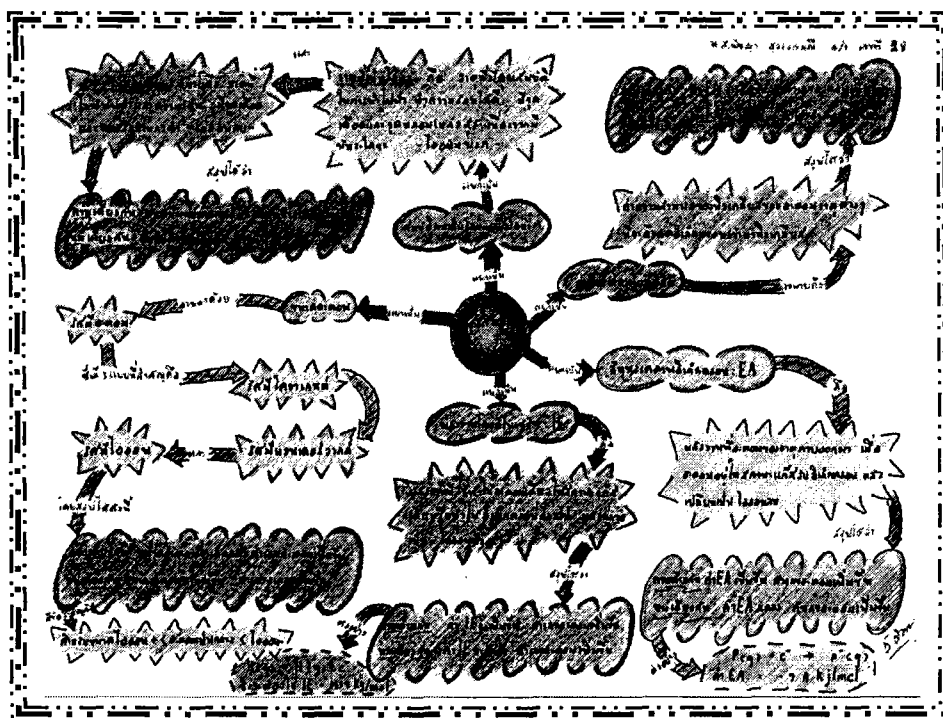
ผลงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)



ผลงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ทฤษฎีอะตอมในปัจจุบัน(แบบกลุ่มหมอก)



ผลงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร



ผลงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คุณสมบัติของสาร

ภาคผนวก ฅ

- ภาพประกอบการวิจัย



ภาพประกอบ 25 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้กับนักเรียน 100 คน



ภาพประกอบ 26 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้กับนักเรียน 100 คน



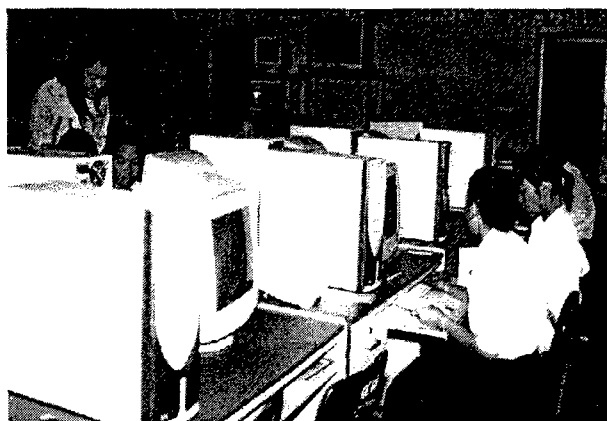
ภาพประกอบ 27 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้กับนักเรียน 100 คน



ภาพประกอบ 28 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียน 3 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 1 คน/เครื่อง



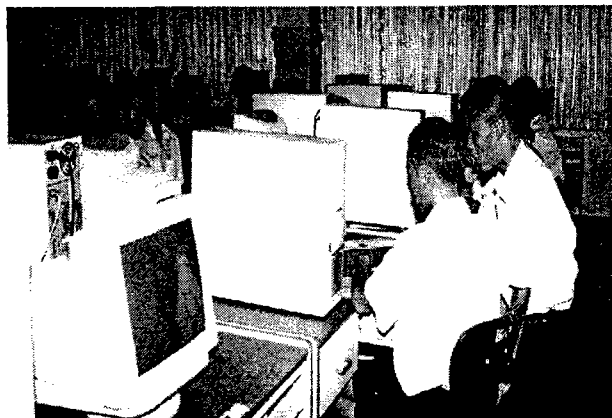
ภาพประกอบ 29 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียน 9 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 2 คน/เครื่อง



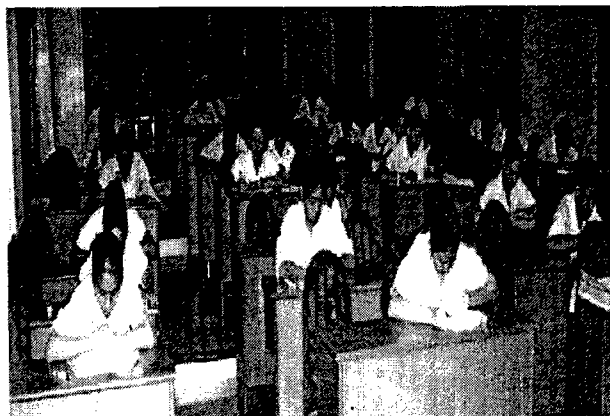
ภาพประกอบ 30 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาแก่นักเรียน 9 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 2 คน/เครื่อง



ภาพประกอบ 31 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษา กับนักเรียน 15 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 2 คน/เครื่อง



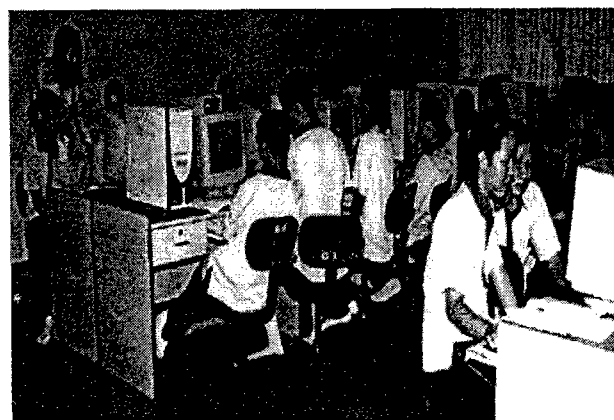
ภาพประกอบ 32 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษา กับนักเรียน 15 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 2 คน/เครื่อง



ภาพประกอบ 33 ทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน



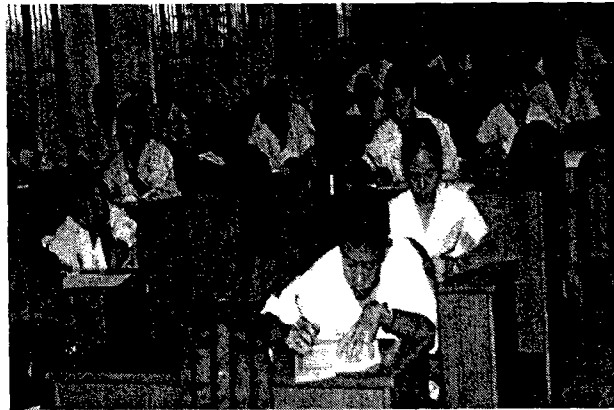
ภาพประกอบ 34 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 2 คน/เครื่อง



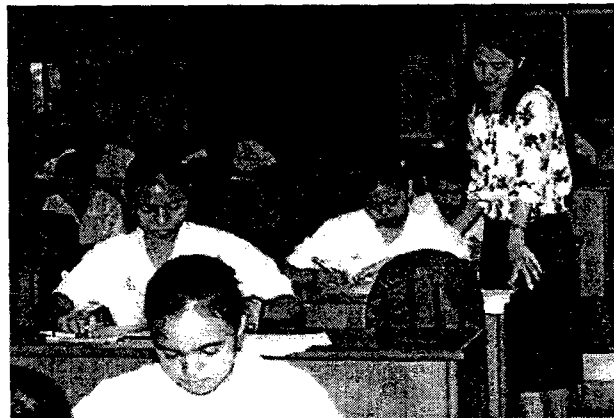
ภาพประกอบ 35 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 2 คน/เครื่อง



ภาพประกอบ 36 ทดลองใช้เว็บเพจเพื่อการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ใช้คอมพิวเตอร์ 2 คน/เครื่อง



ภาพประกอบ 37 ทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน



ภาพประกอบ 38 ทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน



ภาพประกอบ 39 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติ
ต่อการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษาหลังเรียนจบบทเรียน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวจรรยารัตน์ พันธคงอดิศักดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	20 มกราคม 2513
สถานที่เกิด	อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	255/17 หมู่ 6 แขวงหลักสอง เขตบางแค กรุงเทพฯ 10160 โทร. 0-2421-7352
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานในปัจจุบัน	โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ ถ. เพชรเกษม แขวงบางแคเหนือ เขตบางแค กรุงเทพฯ 10160
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนแม่พระประจักษ์ จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนชินรสุวิทยาลัย กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2537	คบ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากสถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2546	กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ