



การสร้างบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์

เรื่อง

“การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ”

ผศ.ศิริน ธีระชนกุล

ผศ.ชนัญญา อำนวยวัฒนะกุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2554



The E-learning on Analysis of the Experimental Results

By

Using Graphs.

Asst .Sirin Sirathanakul

Asst.Tanutta Amnuywattanakul

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

2012

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การสร้างบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “ การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ”
ปีการศึกษา : 2554

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ” ของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ กับที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีการศึกษา 2554

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ นักศึกษาที่เรียนวิชาปฏิบัติการหลักฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจงได้นักศึกษาภาคปกติ จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายในแต่ละห้องเรียนให้ได้นักศึกษา จำนวนห้องละ 29 คน นักศึกษากลุ่มทดลองใช้วิธีการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และนักศึกษากลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนรู้ปกติจากอาจารย์ผู้สอน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “ การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ” แบบประเมินคุณภาพสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.28 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.34 – 0.78 และค่าความเชื่อมั่น 0.90 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และค่าความแปรปรวน

ผลการวิจัย พบว่า

1. บทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “ การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ” มีคุณภาพอยู่ระดับดีมาก
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Abstract

Title : The E-learning on Analysis of the Experimental Results by Using Graphs.

Year : 2011

The purposes of this research was to manufacture Electronics Media on Web and compare achievement between teaching using E-learning and teaching using conventional techniques on Analysis of the Experimental Results by Using Graphs of Science and Technology Faculty at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.

The sample was diploma students of Laboratory Principle Physics attending during regular daytime classes , semester 2 , academic year 2011 . The groups of this research were 2 groups in the Technology Computer department obtained by quota sampling , with simple random sampling to obtain 29 students per group .

Instruments of this research were Electronics Media on Web , quality of evaluation form media and a multiple choice questionnaire student achievement test. The achievement test consisted of 30 items possessing the degree of difficulty between 0.28 – 0.80 , the degree discrimination between 0.34 – 0.78 and a reliability coefficient of 0.90 analyzed by a statistic program to find mean and standard deviation

The results of this research revealed that :

1. The quality of evaluation form media after was excellent .
2. The achievement scores of students after studying with E-learning methods were higher than the scores of students after studying by conventional methods and no statistically significant.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้จากความช่วยเหลือของบุคคลหลายฝ่ายที่ให้ความอนุเคราะห์ ในส่วนของอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนที่ช่วยคุณความถูกต้องของเนื้อหา ทั้ง ดร. ชัชวาล ศรีภักดี นายวรารุณิ พุทธิให้ และผศ. ธนัญฐา อำนวนวัฒนกุล และขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อเทคโนโลยีการศึกษาที่ให้คำแนะนำ ทั้ง ผศ.ณัฐกร บินอับดุลรามัน นายภัทรชนน จันทะ และนายศิริชัย สาระมนัส และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ศูนย์พัฒนการพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ช่วยให้คำปรึกษาด้านการเลือกสื่อและแนะนำการใช้

ขอขอบคุณคณะผู้บริหารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่อนุมัติให้ทุนวิจัยโดยใช้งบประมาณผลประโยชน์คณะฯ ประจำปี 2554 และงานวิจัยครั้งนี้จะสำเร็จได้ก็ด้วยความร่วมมือของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงขอบใจนักศึกษาทุกคนของสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองสื่อการสอนจนกระทั่งสำเร็จผล

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทุกกำลังใจที่ทำให้การสนับสนุนตลอดการวิจัย รวมทั้งงานส่วนงานวิจัยของคณะฯ ที่คอยติดตามดูแลให้กำลังใจช่วยเหลือแบบฟอร์มต่างๆ ในการรายงานผลงานวิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์ของคำที่ใช้ในการวิจัย	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย.....	5
2 วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
สื่อการสอน	7
การเรียนรู้ด้วยตนเอง	11
บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	14
สื่ออิเล็กทรอนิกส์	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
3 วิธีดำเนินการวิจัย	35
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	35
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	35
วิธีการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	36

	สารบัญ (ต่อ)	หน้า
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	41
	การวิเคราะห์ข้อมูล	42
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44
	ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพของบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์	44
	ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนผ่าน สื่ออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาที่เรียนรู้ปกติจากอาจารย์ผู้สอน.....	46
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	48
	สรุปผลการวิจัย	48
	อภิปรายผลการวิจัย	49
	ข้อเสนอแนะการวิจัย.....	53
	บรรณานุกรม	55
	ภาคผนวก	58
	- เนื้อหาบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์	59
	- แบบฝึกทักษะการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ	74
	- เฉลยแบบฝึกทักษะการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ	78
	- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	81
	- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก.....	92

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ	44
2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยนักศึกษา	45
3 แสดงการค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์กับ นักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน	46
4 ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก.....	92



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศทุกด้านจึงถือเป็นบทบาทสำคัญบทบาทหนึ่งของสถาบันอุดมศึกษาในการวางพื้นฐานการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 กล่าวถึงการจัดการศึกษาว่า ต้องยึดหลักคือผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2552) ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในวงการศึกษาของไทยให้ตื่นตัวมากขึ้นในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีงานวิจัยจำนวนมากระบุว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแก้ปัญหาเรื่องภูมิหลังที่แตกต่างกันของผู้เรียน ปัญหาการสอนตัวต่อตัว ปัญหาการขาดแคลนเวลา ปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ยังสามารถทำเรื่องที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น ทำเรื่องที่ยุ่งยากและซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น สามารถแสดงการเคลื่อนไหวเพื่ออธิบายสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเคลื่อนไหวได้ดี (ประจวบ ลาสิงห์, 2551) สี ภาพและเสียง ใช้เพื่อประกอบคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับการออกเสียงหรือเลียนแบบเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจดีขึ้น (นภพินธุ์ อนันตรศิริชัย, 2530)

สังคมปัจจุบันข้อมูลต่างๆ ทั่วโลกสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงได้มีการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเข้ามาใช้ในวงการศึกษา เพราะนอกจากจะมีข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ยังมีข้อดีคือความสะดวก รวดเร็ว ทันสมัย และผู้เรียนมีอิสระในการเรียนมากขึ้น รวมทั้งเป็นการฝึกทักษะของผู้เรียนให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษาหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองได้ตลอดชีวิต อันเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนับได้ว่าเป็นการตอบสนองนโยบาย “ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ” ได้เป็นอย่างดี และจากการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนวิชาการจัดการข้อมูลเบื้องต้น ของสุจิตรา มีอาษาและคณะ (2552) พบว่าการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้จะเป็นการเตรียมตัวผู้เรียนให้พร้อมที่จะออกไปมีชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบันและช่วยให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูง

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์กายภาพ จึงเป็นวิชาพื้นฐานวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการศึกษาในสาขาวิชาชีพต่างๆ ซึ่งวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพทุกแขนงเกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าความจริงในธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต จุดมุ่งหมายในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์คือให้ผู้เรียนมี

ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิตที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนฟิสิกส์ในระดับอุดมศึกษานั้นมีเป็น 2 ส่วน คือภาคทฤษฎี เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติในชีวิตประจำวัน และภาคปฏิบัติ เน้นการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎี วิชาปฏิบัติการนั้นได้จัดให้มีปฏิบัติการทดลอง การทดลองทางฟิสิกส์ส่วนมาก ข้อมูลจะเป็นปริมาณที่วัดค่าเป็นตัวเลขได้ ข้อมูลจากการทดลองจะมี 2 ตัวแปรเสมอ คือแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) และตัวแปรตาม (Dependent variable) การทดลองอาจมีตัวแปรอิสระหลายตัวแต่โดยทั่วไปต้องขจัดตัวแปรอิสระที่เหลือตัวแปรเดียว โดยให้ตัวแปรอิสระอื่นๆ มีค่าคงที่ตลอดการทดลอง การนำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวเลขอาจใช้อธิบายความหมายได้ไม่มากนัก แต่ถ้าใช้วิธีการนำเสนอโดยการเขียนกราฟจะช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างชัดเจนกว่า สามารถแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ว่าเป็นแบบเชิงเส้นหรือไม่เป็นเชิงเส้น และช่วยให้เห็นค่าวัดที่ผิดสังเกตจากค่าวัดอื่นๆ ได้ง่าย การวิเคราะห์ข้อมูลจึงทำได้สะดวก รวดเร็วและสามารถทำนายความเป็นไปได้ของบางช่วงที่ไม่ได้ทำการทดลองด้วยการสร้างสมการคณิตศาสตร์จากกราฟที่สร้างขึ้น จึงง่ายต่อการสรุป ทำนายผลและอภิปรายผลการทดลอง ดังนั้นจึงมีผลต่อเนื่องต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทุกการทดลองที่เนื้อหาใบงานเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ การเขียนกราฟและสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจึงมีความสำคัญยิ่งต่อการปฏิบัติการวิชาทางด้านฟิสิกส์

การเรียนรู้จากอาจารย์ผู้สอน โดยมีเอกสารประกอบการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถอ่านบททวนทำความเข้าใจเนื้อหาได้และระหว่างการเรียนการสอนจะมีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนช่วยให้สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องได้ทันทีจึงเป็นการแก้ไขความบกพร่องเฉพาะส่วนของผู้เรียนแต่ละคน แต่รูปแบบของการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องเฉพาะส่วนแบบนี้ก็ต้องใช้เวลาามากซึ่งเป็นไปได้ยากกับการสอนในแต่ละครั้งเพื่อให้อยู่ในขอบเขตของเวลาที่ต้องเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีของการปฏิบัติและการฝึกปฏิบัติ ส่วนรูปแบบการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในลักษณะผสมผสานกันของสื่อต่างๆ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ก็ครั้งก็ได้และใช้เวลาเป็นไปตามความสามารถในการเรียนรู้ของตน แต่อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหาการรับรู้หรือความบกพร่องเฉพาะส่วนของผู้เรียนแต่ละคนไม่ได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” ขึ้นเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” ในรูปแบบการสอนทั้งสองที่แตกต่างกันนี้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. สร้างบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ”
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนแบบผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติ

3. สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” มีคุณภาพระดับดีถึงดีมาก
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” ของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์สูงกว่านักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน

4. ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักศึกษสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาคปกติ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวน 58 คน

กลุ่มที่ 1 จำนวน 29 คน เรียนด้วยรูปแบบการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มที่ 2 จำนวน 29 คน เรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติจากอาจารย์ผู้สอน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหา วิชาปฏิบัติการหลักฟิสิกส์ รหัสวิชา 02-511-102 เรื่อง การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ

3. ระยะเวลาการวิจัย จำนวน 2 ชั่วโมง ต่อกลุ่ม ทั้งนี้ไม่รวมเวลาการทำแบบฝึกทักษะและการทดสอบก่อนการเรียนและการทดสอบหลังการเรียน

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น วิธีการสอน 2 รูปแบบ คือ

วิธีที่ 1 รูปแบบสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

วิธีที่ 2 รูปแบบการสอนปกติจากอาจารย์ผู้สอน

4.2 ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ”

5. นิยามศัพท์ของคำที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง บทเรียนที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย วิดีโอเนื้อเรื่อง และวิดีโอเฉลยแบบฝึกทักษะ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ผู้เรียนตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตอบได้ 1 ครั้ง

3. การสอนปกติ หมายถึง การสอนที่ครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการสอนตามวิธีที่ใช้ปกติ ประกอบสื่อการสอนที่เป็น Power Point ช่วยในการสอน การบรรยาย การอภิปราย และมีแบบฝึกทักษะ

4. การสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การสอนที่ครูผู้สอนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5. คุณภาพสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง คุณภาพของบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการประเมินคุณภาพจากอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและนักศึกษาผู้ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์

6. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หมายถึง อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาปฏิบัติการด้านฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี

7. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา หมายถึง ผู้ที่มีผลงานด้านการผลิตสื่อการสอน หรือ อาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับการผลิตสื่อการสอนคอมพิวเตอร์

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” โดยได้ดำเนินการตามแนวคิดการออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดรายวิชาและหน่วยเรียนที่จะสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จากคำอธิบายรายวิชาและประสบการณ์สอน

2. ศึกษาขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างสื่อ โดยศึกษาจากหนังสือ เอกสารที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3. กำหนดรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ แหล่งเรียนรู้ หนังสือ เอกสารต่าง ๆ เนื้อหา และความคิดเห็นจากผู้มีประสบการณ์ด้านการผลิตสื่อการเรียนการสอน

4. ดำเนินการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย สื่อที่ผลิตประกอบด้วย

4.1 เอกสารใบงานประกอบการสอน แสดงเนื้อหาบทเรียนยึดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

4.2 วิดีโอเนื้อเรื่อง ผู้สอนบรรยายเนื้อหาประกอบแผ่นสไลด์ของ Power Point

4.3 เอกสารแบบฝึกทักษะ ยึดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในใบงาน

4.4 วิดีโอเฉลยแบบฝึกทักษะ ผู้สอนอัดเสียงบรรยายสรุปเนื้อหาและอธิบายแบบฝึกทักษะบนแผ่นสไลด์ของ Power Point ที่เคลื่อนไหว

5. ขั้นตอนการประเมินผล ประกอบด้วย

5.1 ประเมินคุณภาพสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาปฏิบัติการด้านฟิสิกส์ และนักศึกษาผู้ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์

5.2 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์และนักศึกษาที่เรียนแบบปกติจากอาจารย์ผู้สอน ดำเนินการตามแนวคิดของ Benjamin S. Bloom เป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเน้น 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

6. สรุปผลการศึกษาจากการวิจัย และข้อเสนอแนะ

7. ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. กลุ่มวิชาฟิสิกส์ นำบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นไปใช้สอนนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกสาขา ในรายวิชาปฏิบัติการทดลอง

2. หน่วยงานนำบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นไปใช้สอนนักศึกษาระดับปริญญาตรี ทุกคณะที่เรียนวิชาปฏิบัติการทดลองทางฟิสิกส์

3. อาจารย์ลดภาระงาน นักศึกษามีเวลาในการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล

4. ถ่ายทอดผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายไปใช้ในงานการทดลองทุกสาขาที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ที่เก็บข้อมูลเชิงปริมาณทั้งด้านการเรียนการสอนและการวิจัย

บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. สื่อการสอน
 - 1.1 ความหมายของสื่อการสอน
 - 1.2 ประเภทและลักษณะของสื่อการสอน
 - 1.3 คุณค่าของสื่อการสอน
 - 1.4 หลักการเลือกสื่อการสอน
2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - 2.1 ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - 2.2 ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - 2.3 หลักการและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 3.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 3.2 รูปแบบบทเรียนสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 3.3 การพัฒนาการออกแบบสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 3.4 การออกแบบหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์
 - 4.1 ความหมายของสื่ออิเล็กทรอนิกส์
 - 4.2 แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์
 - 4.3 ประโยชน์ของการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์
 - 4.4 ตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - 5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 5.3 งานวิจัยเกี่ยวกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์

1. สื่อการสอน

1.1 ความหมายของสื่อการสอน

สื่อ เป็นคำที่มาจากภาษาละตินว่า “medium” และแปลว่า “ระหว่าง” (between) หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่บรรจุข้อมูลเพื่อให้ผู้ส่งและผู้รับสามารถสื่อสารกันได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เมื่อมีการนำสื่อมาใช้ในการเรียนการสอนจึงเรียกว่า “สื่อการสอน” (Instructional Media) หมายถึง สื่อชนิดใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์วิทยุโทรทัศน์ วีดิทัศน์ แผนภูมิ ภาพนิ่ง ซึ่งบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอน



1.2 ประเภทและลักษณะของสื่อการสอน มีดังนี้

1. สื่อของจริง
2. สื่อประเภทไม่ต้องฉาย
3. สื่อประเภทเสียง
4. สื่อภาพนิ่งประเภทฉาย
5. สื่อภาพเคลื่อนไหว
6. สื่อประสม
7. คอมพิวเตอร์ เกม และการจำลองสถานการณ์
8. สื่อกิจกรรม
 - การจัดแสดงและนิทรรศการ
 - นาฏศิลป์ เช่น ละคร การแสดงกลางแจ้ง เป็นต้น
 - การสาธิต
 - การศึกษานอกสถานที่

1.3 คุณค่าของสื่อการสอน

สื่อการสอนสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกับผู้เรียนและผู้สอนดังต่อไปนี้

1) สื่อกับผู้เรียน

1. เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. สื่อจะช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน
3. การใช้สื่อจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกัน
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น
5. ช่วยสร้างเสริมลักษณะที่ได้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้
6. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล

2) สื่อกับผู้สอน

1. การใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบการเรียนการสอน เป็นการช่วยให้บรรยากาศในการสอนน่าสนใจยิ่งขึ้น
2. สื่อจะช่วยแบ่งเบาภาระของผู้สอนในด้านการเตรียมเนื้อหา เพราะบางครั้งอาจให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อได้เอง
3. เป็นการกระตุ้นให้ผู้สอนตื่นตัวอยู่เสมอในการเตรียมและผลิตวัสดุใหม่ๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอน

สื่อมีบทบาทสำคัญ ดังนี้

1. ทำหน้าที่เป็นแหล่งข่าวสาร แหล่งความรู้ที่มีความหมายและยังช่วยให้ ครูสอนได้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
2. ทำให้การเรียนการสอนเกิดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างต่อเนื่อง และช่วยให้ครูจัดเนื้อหาวิชาได้อย่างมีความหมาย
3. เป็นเครื่องมือที่สำคัญของครูในการเรียนการสอนช่วยให้ครูสอนได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น
4. ช่วยให้อาชนะความลำบากในการเรียน และช่วยให้ครูสอนเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
5. ส่งเสริมให้ครูและนักเรียนทำกิจกรรมสร้างสรรค์ได้ง่ายและช่วยจัด ประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้มากขึ้น
6. เป็นตัวดึงความสนใจและควบคุมความตั้งใจของผู้เรียนได้อย่างดี
7. เป็นแบบอย่างให้ผู้เรียนและเป็นตัวชี้แนะช่วยเหลือผู้เรียนและช่วยครูในการควบคุมผู้เรียนให้มีพฤติกรรมในทางที่พึงปรารถนาได้
8. กระตุ้นให้ระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วให้สัมพันธ์เชื่อมโยงกับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่

9. เสนอสิ่งสิ่งเร้าเพื่อการเรียนรู้ใหม่
10. การให้ข้อมูลป้อนกลับและประเมินผล

ถ้าเลือกใช้สื่อการสอนได้อย่างเหมาะสม สื่อจะช่วยให้การจัดกิจกรรม การเรียนการสอน บรรลุจุดมุ่งหมายการเรียนการสอน ดังนี้

1. จูงใจให้ผู้เรียนมีความตั้งใจและสนใจเรียนมากขึ้น
2. ให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนมีความหมาย
3. ก่อให้เกิดเจตคติที่ดีและมีความประทับใจในสิ่งที่เรียน
4. อธิบายเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการต่างๆ ได้อย่างชัดเจน
5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น

สื่อการสอนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนการสอนเนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการไม่ว่าสื่ออื่นนั้นจะเป็นสื่อในรูปแบบใด

1.4 หลักการเลือกสื่อการสอน

การเลือกสื่อการสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โดยในการเลือกสื่อผู้สอนจะต้องตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียนให้แน่นอนเสียก่อน เพื่อใช้วัตถุประสงค์นั้นเป็นตัวนำซึ่งนำไปสู่การเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสม นอกจากนี้ ยังมีหลักการอื่นๆ เพื่อประกอบ ซึ่ง กิดานันท์ มลิทอง (2543) และ สมบัติ ประทีปเกรียงไกร (2550) ได้กล่าวถึงหลักการเลือกสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. สื่อต้องสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียนและจุดประสงค์การสอน
2. สื่อมีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย น่าสนใจ
3. สื่อเหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของผู้เรียน
4. สื่อควรสะดวกในการใช้ มีวิธีไม่ซับซ้อนยุ่งยากจนเกินไป
5. สื่อที่มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี มีความชัดเจนและเป็นจริง
6. สื่อช่วยให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และให้ข้อมูลที่ถูกต้อง
7. สื่อมีราคาไม่แพงจนเกินไป หรือถ้าจะผลิตเองควรคุ้มกับเวลาและการลงทุน

การจะเลือกสื่อมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพว่าผู้สอนจะต้องมีความรู้ความสามารถและทักษะในเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

- 1) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน
- 2) จุดมุ่งหมายในการนำสื่อมาใช้ประกอบหรือร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อใช้ นำบทเรียน ใช้ในการประกอบคำอธิบาย ใช้เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์แก่ผู้เรียน หรือใช้ เพื่อสรุปบทเรียน

3) เข้าใจลักษณะเฉพาะของสื่อชนิดต่างๆ แต่ละชนิดว่า สามารถเร้าความสนใจและให้ความหมายต่อประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียนได้อย่างไรบ้าง เช่น หนังสือเรียน และสื่อสิ่งพิมพ์อื่นๆ ใช้เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานและอ้างอิง

4) มีความรู้เกี่ยวกับแหล่งของสื่อการเรียนการสอนทั้งภายในและภายนอกสถาบันการศึกษาสื่อบางอย่างจะคุ้มค่าในการผลิตเองหรือไม่ หรืออาจหาซื้อได้ที่ไหนบ้างหลักการใช้สื่อการสอน

ภายหลังจากที่ผู้สอนได้เลือกและตัดสินใจแล้วว่า จะใช้สื่อประเภทใดในการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากการถ่ายทอดเนื้อหาของสื่อ นั้นได้ดีที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีหลักในการใช้สื่อการสอนตามลำดับดังนี้

1. เตรียมตัวผู้สอน เป็นการเตรียมตัวในการอ่าน ฟังหรือดูเนื้อหาที่อยู่ในสื่อที่จะใช้ว่ามี เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน และตรงกับที่ต้องการใช้หรือไม่ ถ้าสื่อนั้นมีหาไม่ครบ ผู้สอนจะเพิ่มเติมโดยวิธีการใดในจุดไหนบ้าง จะมีวิธีการใช้สื่ออย่างไร เช่น ใช้ภาพนิ่งเพื่อเป็นการนำบทเรียนที่จะสอน

2. เตรียมจัดสภาพแวดล้อม โดยการจัดเตรียมวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้พร้อม ตลอดจนจัดเตรียมสถานที่ห้องเรียนให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

3. เตรียมพร้อมผู้เรียน เป็นการเตรียมตัวผู้เรียน โดยมีการแนะนำหรือให้ความคิดรวบยอด ว่าเนื้อหาในสื่อ นั้นเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมในการฟัง ดูหรืออ่านบทเรียน

4. การใช้สื่อ ผู้สอนต้องใช้สื่อที่เหมาะสมกับขั้นตอนที่เตรียมไว้แล้วเพื่อให้ดำเนินการสอนไปได้อย่างราบรื่น และต้องควบคุมการเสนอสื่อให้ถูกต้อง

5. การติดตามผล หลังจากที่มีการเสนอสื่อแล้ว ควรมีการติดตามผลโดยการให้ผู้เรียน ตอบคำถาม อภิปราย หรือเขียนรายงานมาส่ง

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่านอกจากผู้สอนจะต้องมีความสามารถในการเลือกสื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหา กับระดับผู้เรียนและมีความสามารถในการผลิตสื่อแล้ว ผู้สอนยังต้องมีการเตรียมตัว เตรียมสภาพแวดล้อม เตรียมผู้เรียน และติดตามผลการใช้สื่อจึงจะทำให้การสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.1 ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต(2528) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเองว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและก้าวไปตามขีดความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของตน เป็นการสอนที่ยืดความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจัดสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้ อย่างอิสระ

กิดานันท์ มลิทอง(2543) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเองว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พิจารณาถึงลักษณะความแตกต่าง ความต้องการ และความสามารถเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งที่ตนสนใจตามกำลังและความสามารถของตน ตามวิธีการและสื่อการเรียนที่เหมาะสม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนที่กำหนดไว้

จากความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเองสรุปได้ว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้พัฒนาไปตามระดับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเอง จึงนับได้ว่าเป็นการส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิต

2.2 ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สมบัติ ประทีปเกรียงไกร(2550) กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. คนที่เรียนรู้ด้วยการริเริ่มของตนเอง จะเรียนรู้ได้มากกว่าและดีกว่าคนที่พึ่งพิงผู้รับรู้หรือรอการถ่ายทอดเท่านั้น คนที่เรียนรู้ด้วยตนเองจะเรียนอย่างตั้งใจ มีจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียน สามารถใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ได้ดีกว่าและยาวนานกว่าการรอรับอย่างเดียว
2. การเรียนรู้ด้วยตนเองสอดคล้องกับการพัฒนาการทางจิตวิทยาและกระบวนการทางธรรมชาติมากกว่า คือการเติบโตจะมีการพัฒนาตนเองไปสู่ความเป็นอิสระไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่นสามารถชี้นำตนเองมากขึ้น
3. พัฒนาการใหม่ๆ ทางการศึกษา มีหลักสูตรใหม่ ห้องเรียนแบบเปิด ศูนย์บริการทางการศึกษาอย่างอิสระ โปรแกรมการเรียนที่จัดแก่นักศึกษาภายนอกมหาวิทยาลัยเปิดจะผลัดภาระความรับผิดชอบไปที่ผู้เรียนให้เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. การเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นความอยู่รอดของชีวิตในฐานะที่เป็นบุคคลและเผ่าพันธุ์มนุษย์ การเรียนรู้ด้วยตนเองจึงเป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต

อรรถพร พรสีมา (2530 , อ้างอิงจากสมบัติ ประทีปเกรียงไกร,2550) กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเองในรูปแบบประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนรู้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล ตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อม อัตราเร็วช้าในการเรียนเป็นเรื่องเฉพาะบุคคล
2. การเรียนทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบและมีวินัยในตนเองเพราะต้องทำกิจกรรม ทุกขั้นตอนด้วยตนเอง ตั้งแต่ทดสอบก่อนเรียน กิจกรรมการเรียน และการทดสอบหลังการเรียน
3. เป็นเครื่องกระตุ้นและคงไว้ซึ่งความสนใจของผู้เรียนเป็นอย่างดี เนื่องจากมีสิ่งเร้าที่ผู้เรียนต้องตอบสนอง และหลังการตอบสนองแล้วจะได้ทราบผลการกระทำทันที และช่วยลดความตึงเครียดเพราะเมื่อตอบผิดก็ไม่มีใครรู้และไม่ถูกลงโทษ
4. ช่วยให้ผู้เรียนปลอดภัยจากอารมณ์ผู้สอน
5. เมื่อครูเปลี่ยนบทบาทจากผู้สอนมาเป็นผู้ประสาน ซึ่งแนะและให้คำปรึกษาจึงทำให้ครูมีเวลาเอาใจใส่ผู้เรียนแต่ละคนมากขึ้นและมีเวลาในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไป
6. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูบางสาขาวิชา
7. ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้ดี เนื่องจากมีทิศทางในการเรียนและการวัดผลที่แน่นอน มีการเสริมแรงเป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งผู้เรียนมีโอกาสประยุกต์ใช้สิ่งที่ตนได้เรียนรู้มาแล้ว

การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ที่ดีขึ้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับสื่อแล้วยังขึ้นกับผู้เรียนว่าต้องเป็นผู้มีความรับผิดชอบและมีวินัยในตัวเอง ความสำเร็จของการศึกษาด้วยตนเองเป็นแรงผลักดันสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและเกิดความมั่นใจในตนเอง

2.3 หลักการและทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต(2528) กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีการผลิตบทเรียนสำเร็จรูปที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ว่ามีหลักการที่ควรคำนึงถึง คือ

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นการนำหลักจิตวิทยาด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ เช่น ความแตกต่างด้านความสามารถ (Ability) สติปัญญา(Intelligence) ความต้องการ (Need) ความสนใจ (Interest) ร่างกาย(Physical) อารมณ์(Emotion) สังคม (Social)
2. การนำสื่อประสมมาใช้ ผู้สอนจะเป็นแหล่งให้ความรู้หลักในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่างๆ

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเอง แร่งเสริมเกิดจากความภาคภูมิใจที่ทำได้ถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็ไตร่ตรองพิจารณาให้เกิดความเข้าใจ จึงไม่ทำให้เกิดความท้อถอย เรียนรู้ทีละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจ

4. การใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียน สร้างขึ้นอย่างมีระบบ มีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เชื่อถือได้

ทัฟ(Tough,1979 , อ้างอิงจากสมบัติ ประทีปเกรียงไกร , 2550) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. ตัดสินใจว่าจะอะไรเป็นความรู้และทักษะที่ต้องการให้เกิดในผู้เรียน
2. ตัดสินใจว่าวิธีการ แหล่งวิชาการ อุปกรณ์ที่จะใช้ประกอบมีอะไรบ้าง รวบรวมความรู้ต่างๆ จัดให้เหมาะสมกับวัย แหล่งวิชาการ บุคคล
3. ตัดสินใจว่าจะเรียนที่ใดหรือต้องการสถานที่ที่มีอุปกรณ์ใด หรือแหล่งวิชาการที่ใช้ได้สะดวก
4. วางเป้าหมายหรือกำหนดระยะเวลาการทำงานที่แน่นอน
5. ตัดสินใจว่าจะเริ่มเรียนเรื่องใด เมื่อใด
6. ตัดสินใจว่าช่วงระยะเวลาใด เนื้อหาจะก้าวไปเท่าใด
7. พยายามหาเหตุผลที่จะเป็นอุปสรรคที่จะทำให้การเรียนรู้ไม่ประสบความสำเร็จหรือไม่มีประสิทธิภาพ
8. หาเวลาสำหรับการเรียนรู้ เพื่อลดเวลาหรือจัดเวลาให้เหมาะสมกับการทำงานกิจกรรม
9. กำหนดระดับความรู้และทักษะหรือความก้าวหน้าของตนในด้านความรู้และทักษะที่ต้องการ
10. พยายามหาหนังสือหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม หรือเข้าพบบุคคลสำคัญที่เอื้อต่อการเรียนการสอน
11. เตรียมสถานที่หรือคัดแปลงห้องเรียนที่เหมาะสมกับการเรียน โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมอากาศที่ถ่ายเทและแสงสว่าง
12. เตรียมขั้นตอนเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ พยายามเน้นความสำคัญของการเรียน เอาชนะความรู้สึกผิดหวังท้อแท้ เพิ่มความสุขและความยินดีในการเรียนรู้ บอกกล่าวผู้อื่นถึงความสำเร็จของตน

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าทฤษฎีของการเรียนรู้ด้วยตนเองอาศัยหลักการจัดระบบความคิด ความรู้ และประสบการณ์อย่างเป็นระบบพร้อมแสวงหาความรู้เพิ่มเติมและเสริมด้วยการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเอื้อต่อการเรียนรู้และกำลังใจของตนและคนรอบข้าง

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

สมบัติ ประทีปเกรียงไกร (2550) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียว่า หมายถึง บทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อมูลเนื้อหาวิชา ด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิกและเสียง

ทักษิณา สวานานนท์(2544) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียว่าเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนนั่งอยู่หน้าคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่ต่อกับโปรแกรมสำเร็จรูปที่เตรียมไว้สำหรับสอนวิชานั้นๆ

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจึงเป็นสื่อแสดงได้ทั้งภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง เสียง ข้อความ สามารถสนองตอบความต้องการ และได้ตอบผู้เรียนได้ ซึ่งอาจมีรูปแบบในรูปแบบซีดี หรือออนไลน์ บนเว็บ

3.2 รูปแบบบทเรียนสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

รูปแบบบทเรียนสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบ่งตามประเภทการใช้งาน เป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ (Heinich , Molenda and Russell ,1993)

1. ใช้เป็นผู้สอน(Tutor application) โดยใช้ครูผู้สอน แบ่งตามลักษณะการสอนได้ดังนี้

1.1 การฝึกหัดและการปฏิบัติ (Drill and practice) ผู้เรียนพัฒนาทักษะโดยฝึกฝนกับแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์ตามความสามารถและความเร็วของแต่ละบุคคล มีลักษณะเด่นถามหรือปัญหาเดิมซ้ำๆ จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูกหรือแก้ปัญหาได้ ได้แก่ ใช้สอนฝึกทักษะคณิตศาสตร์

1.2 การสอนเนื้อหา (Tutorial) โดยอาศัยธรรมชาติของการตอบสนองและการแสดง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนมีการตั้งคำถามแบบถามตอบและมีการเสริมแรงตลอดเวลา สามารถใช้สอนสิ่งใหม่ในลักษณะบทเรียนโปรแกรม รูปแบบทั่วไปมีการแสดงกรอบเนื้อหา มีการถามคำถาม มีการตรวจคำตอบและมีการให้ข้อมูลป้อนกลับ ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะสอนเนื้อหากรอบต่อไป ถ้าตอบผิดจะมีการช่วยเหลือหรือสอนเสริมก่อนแล้วจึงกลับไปถามคำถามเดิม

1.3 การจำลองสถานการณ์(Simulation) คอมพิวเตอร์เสนอสถานการณ์การเรียนรู้ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะความเป็นจริงจากนั้นคอมพิวเตอร์จะแสดงผลที่ได้จากการตัดสินใจนั้น บทเรียนนี้มีประโยชน์ในการสร้างประสบการณ์ทั้งประหยัดและปลอดภัยในการฝึกสิ่งทีอาจเป็นอันตราย เสียค่าใช้จ่ายสูงๆ เช่น การสร้างสถานการณ์ฝึกฝนการบิน

1.4 การสาธิต(Demonstration) บทเรียนนี้เหมาะสมกับบทเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งบางครั้งมีการสาธิต วิธีทดลองหรือการแก้ปัญหาการแสดงการสาธิต จึงเหมาะที่จะใช้คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์กราฟิกและสีสันทัน ช่วยให้เกิดความสะดวกต่อผู้สอนและลดความยุ่งยากเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์โสตทัศนศึกษาอื่น ๆ จะนำมาประกอบได้เป็นอย่างดี

1.5 เกมสื่การสอน (Instructional games) ยุทธศาสตร์ของบทเรียนประเภทนี้อยู่ที่การสร้างแรงจูงใจ มีการกำหนดกฎเกณฑ์ในมีผู้ชนะในตอนจบ ผู้เรียนจึงได้รับทั้งความรู้ ทักษะและความสนุกไปด้วย โดยมีจุดมุ่งหมายชัดเจนในการเรียนรู้ บทเรียนนี้มีคุณประโยชน์คล้ายกับแบบสถานการณ์จำลองตรงที่ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและปัญหาที่เสนอให้ทั้งหมด

1.6 การทดสอบ (Test) คอมพิวเตอร์ให้ความสะดวกต่อครูในการออกข้อสอบ และการคิดคะแนน นอกจากนี้จะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหรือตอบคำถามธรรมดาแล้วบางครั้งใช้ในการเสนอภาพปัญหาหรือสร้างสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนหาทางออกได้ด้วย ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการทดสอบนั้นพบว่ามีประสิทธิภาพดีพอๆ กับการทดสอบในกระดาษคำตอบแบบธรรมดา โดยเฉพาะการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการจำ

1. ใช้เป็นเครื่องมือ (Tool applications) ใช้เป็นเครื่องเขียน เช่น เป็นปากกา ดินสอ ในการฝึกวาดรูปใช้เป็น Slide Rule ช่วยในการคำนวณ เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติช่วยในการวาดการลบเมื่อวาดผิด การแต่งเติมสี โปรแกรมจะมีสีให้เลือกมากมายโดยเฉพาะในคอมพิวเตอร์กราฟิก จึงทำให้ผู้เรียนมีความประทับใจและสนุกสนานเมื่อเทียบกับการวาดในกระดาษ

2. ใช้เป็นผู้เรียน (Tutee applications) ผู้เรียนจะเป็นผู้สอนคอมพิวเตอร์ให้ทำงานบางอย่างโดยคอมพิวเตอร์เปรียบเหมือนผู้เรียน และผู้เรียนเป็นผู้สอน แต่การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกรณีนี้ผู้เรียนจะต้องสามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ด้วย

สมบัติ ประทีปเกรียงไกร(2550) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งการออกแบบคอมพิวเตอร์นิยมใช้หลักการดังนี้

1. การฝึกหัดและการปฏิบัติ เป็นวิธีการสอนโดยสร้างโปรแกรมเน้นการฝึกทักษะและการปฏิบัติให้ผู้เรียนได้ฝึกเป็นขั้นตอนและจะไม่ให้ข้ามขั้นจนกว่าจะฝึกปฏิบัติหรือฝึกในขั้นต้นเสียก่อน จึงจะได้ฝึกในขั้นสูงต่อไป โปรแกรมประเภทนี้พบบ่อยในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อฝึกทักษะและการคำนวณและภาษาอังกฤษหรือฝึกความสามารถในการใช้ภาษาทั้งพูด อ่าน ฟังและเขียน โปรแกรมจะมีคำถามให้ผู้เรียนตอบหลายๆ รูปแบบ และคอมพิวเตอร์จะเฉลยคำตอบที่ถูกเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละจุดการสอน ระดับความยากง่ายสามารถตรวจสอบได้ มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ รวมทั้งการเสริมแรงในรูปแบบรางวัลและการลงโทษต่างๆ ได้อีกด้วย

2. การสอนเสริม เป็นวิธีการสอนโดยคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่คล้ายครูผู้สอน โปรแกรมที่ออกแบบจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบโต้กับคอมพิวเตอร์โดยตรง ผู้เรียนสามารถจะเดาคำตอบหรือทดลองตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของโปรแกรมจะเป็นแบบสาขา คุณภาพของโปรแกรมขึ้นกับความสามารถของผู้ออกแบบสร้างความสมบูรณ์ในด้านเนื้อหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและปรับได้เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน

3. เกมส์ มีการออกแบบโดยใช้วิธีการของเกมส์ซึ่งมีความเฉพาะของลักษณะวิธีการออกแบบโปรแกรม ลักษณะนี้โปรแกรมจะไม่มีการสอนโดยตรง แต่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยการฝึกจะส่งเสริมทักษะและความรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม การใช้เกมส์ในการสอนนอกจากจะใช้สอนโดยตรงแล้วอาจออกแบบให้ใช้ในชว่งใดชว่งหนึ่งของการสอน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสรุป หรือใช้เป็นกาารให้รางวัลหรือประกอบการทำรายงานบางอย่างได้ด้วย

4. สถานการณ์จำลอง รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ให้เกิดขึ้นให้เกิดขึ้นเป็นรูปร่าง หรือสิ่งของไม่จับชว่่นและยากต่อการเข้าใช้ การจำลองสถานการณ์จะลดระดับความจริงที่เป็นอยู่ในเรื่องรูปทรง ขนาด เวลา และสถานที่ให้ผู้เรียนสามารถเห็นได้อย่างละเอียด โปรแกรมส่วนมากจะใช้ฝึกนักบิน ตำรวจและทหาร โดยฝึกให้ผู้เรียนตอบได้อย่างถูกต้องและแม่นยำเมื่อพบกับสถานการณ์จริง

5. การค้นพบ รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการออกแบบโปรแกรมด้วยวิธีให้ค้นหาคำตอบเองโดยจะมีลักษณะที่ให้ผู้เรียนเรียนจากส่วนย่อยและรายละเอียดต่างๆ แล้วผู้เรียนสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ซึ่งถือเป็นการค้นพบ การศึกษาวิธีนี้เป็นการเรียนรู้แบบอุปนัย ผู้เรียนอาจจะเรียนรู้โดยการค้นคว้าจากฐานข้อมูลแล้วลองแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกเสมือนเป็นการทำแบบฝึกหัดในห้องปฏิบัติการบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อค้นพบสูตรหรือหลักการได้ด้วยตนเอง โดยศึกษาฐานข้อมูลที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับอาชีพต่างๆ ทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาและพบเห็นอาชีพในแบบต่างๆ

6. การแก้ปัญหา บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบนี้มี 2 วิธี คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนสร้างโปรแกรมและปัญหาเอง แล้วให้เครื่องช่วยในการคำนวณหาคำตอบ และอีกแบบหนึ่งคือผู้สอนได้สร้างโปรแกรมไว้สำหรับให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบเอง หลักสำคัญในการสร้างโปรแกรมประเภทนี้คือไม่ควรให้มีการแก้ปัญหาวิธีเดียว โปรแกรมควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้วิธีการต่างๆ ได้หลายวิธีเพื่อหาคำตอบของปัญหา

3.3 การพัฒนาการออกแบบสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

สมบัติ ประทีปเกรียงไกร (2550) ได้กล่าวถึงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียว่าผู้พัฒนาต้องรอบคอบในการสร้างบทเรียนเพราะผู้เรียนต้องเผชิญกับผู้สอนซึ่งไม่มีชีวิต การออกแบบต้องเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่ายที่จะต้องประสานความร่วมมือ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา หมายถึงผู้มีความรู้และประสบการณ์ด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร เพื่อให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาในการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ขอบข่ายเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน ขอบข่ายรายละเอียด คำอธิบายเนื้อหา รายวิชา วิธีวัดและประเมินผลของหลักสูตร

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการสอนเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นผู้มีความชำนาญ มีประสบการณ์และประสบความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนเป็นอย่างดี มีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง สามารถจัดลำดับความยากง่าย ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหา ออกแบบและสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นอย่างดี เพื่อให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพ ประสิทธิภาพและน่าสนใจ

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำปรึกษาทางด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน การจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมต่างๆ การเลือกและวิธีการใช้ ตัวอักษรเส้น รูปทรง กราฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงานและสื่อการเรียนการสอน ที่จะช่วยให้บทเรียนสวยงามและน่าสนใจมากขึ้น

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นผู้ที่ทำงานด้านคอมพิวเตอร์หรือทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม ซึ่งมี 2 ประเภท คือ

4.1 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียน ซึ่งทำให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้ที่ไม่มีทักษะด้านการเขียนโปรแกรม

4.2 โปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างภาพต่างๆ ไป เหมาะกับการสร้างภาพนำเสนอมากกว่าการโต้ตอบบทเรียนแม้ว่าจะมีบางโปรแกรมโต้ตอบได้ แต่สร้างยากเกินกว่าบุคคลทั่วไปจะทำได้ เนื่องจากต้องใช้หลักการโปรแกรม

5. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ภาษา Basic , ภาษา Pascal ผู้สร้างต้องมีความชำนาญและประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมอย่างมาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูงเหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีลักษณะเป็นเนื้อหาคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์เนื้อหาจะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ ต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เข้าช่วย รวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ เริ่มตั้งแต่พิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบข่ายของเนื้อหา

2. การออกแบบดำเนินเรื่อง การออกแบบดำเนินเรื่องเพื่อกำหนดคนขึ้นตอนการเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของบทเรียน เช่น ส่วนของชื่อเรื่อง ส่วนแนะนำการใช้บทเรียน ส่วนวัตถุประสงค์ในการเรียน ส่วนเนื้อหา ส่วนของแบบทดสอบ ตลอดจนการกำหนดในส่วนการออกแบบบทเรียน การออกแบบดำเนินเนื้อหาเรื่องมีความสำคัญอย่างมาก ผู้ออกแบบต้องกำหนดการเดินทางในเรื่องในบทต่างๆ และเนื้อหาย่อยๆ ในบทเรียนแต่ละบทให้มีความสะดวกในการเรียน ดังนั้นขั้นตอนนี้ผู้สร้างต้องนำหลักการออกแบบการสอนมาช่วยในการออกแบบ

3. การเขียนบทดำเนินเรื่อง การเขียนบทหมายถึง การเขียนเรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหา แบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นเฟรมย่อยๆ เรียงตามลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะประกอบด้วยภาพข้อความ ลักษณะของภาพ และเงื่อนไขต่างๆ มีลักษณะเช่นเดียวกับบทสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์หรือภาพยนตร์ การเขียนบทดำเนินเรื่องจะยึดหลักของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลัก บทดำเนินเรื่องจะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นสูงต่อไป ดังนั้นการสร้างบทดำเนินเรื่องต้องมีความละเอียดรอบคอบและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นต่อไปดำเนินได้ง่ายและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลัง การเขียนบทผู้เขียนต้องมีความรู้เรื่องเทคโนโลยีการศึกษา เช่น การถ่ายทำ การตัดต่อ การบันทึกเสียง การสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก และการใช้ภาษาเทคนิคต่างๆ ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ใช้จินตนาการและสามารถนำหลักการด้านจิตวิทยาการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการกำหนดภาพและเสียงได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาและลักษณะของผู้เรียน

4. การเลือกโปรแกรมหลักและโปรแกรมตกแต่งในการสร้างบทเรียน โปรแกรมหลักและโปรแกรมเสริมที่ใช้มีหลายโปรแกรม เช่น Flash , Adobe Photoshop , Adobe Illustrator เป็นต้น การเลือกใช้โปรแกรมใดนั้นส่วนมากขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มักใช้โปรแกรมหลักที่ใช้ในการสร้างเพียงโปรแกรมเดียว แต่การตกแต่งให้สวยงามและการนำเทคนิคต่างๆ มีความจำเป็นต้องใช้หลายโปรแกรมร่วมกัน และต้องคำนึงถึงเครื่องมือ เช่น กล้องโทรทัศน์ เครื่องตัดต่อเพื่อสร้างภาพเคลื่อนไหว ห้องบันทึกเสียง และอุปกรณ์สำหรับบันทึกเสียง เป็นต้น

5. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในขั้นนี้จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สร้างตามขั้นตอนที่ดำเนินการมาแล้วทั้งหมด คือการดำเนินเรื่องและบทดำเนินเรื่อง

6. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการตรวจสอบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนเพียงใด ซึ่งแนวคิดในการประเมินมีหลายวิธี วิธีหนึ่งที่นำเชื่อถือคือวิธีการประเมินที่ใช้

กระบวนการวิจัยเชิงพัฒนา ซึ่งมีวิธีการประเมิน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาเป็นผู้ประเมินคุณภาพบทเรียนที่สร้างขึ้นในเบื้องต้น หลังจากนั้นจึงนำบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้น ระหว่างเรียนแต่ละตอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดทำแบบทดสอบและหลังการเรียนเสร็จทั้งหมดแล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบจะเป็นข้อมูลสำคัญในการพิจารณาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนการออกแบบสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ได้แนวคิดจาก โรเบิร์ต กาเย (Robert Gagne) ที่ได้ออกแบบกระบวนการเรียนการสอนไว้ 9 ประการ คือ

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
4. เสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)
9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

หลักการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้

1. การเร้าความสนใจ ก่อนการนำเสนอบทเรียนควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน จึงควรเริ่มต้นด้วยภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบหลายๆ อย่าง และการเร้าความสนใจของผู้เรียนในขั้นตอนแรกคือ การนำเสนอทบทวนเรื่องของบทเรียน ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือควรให้สายตาผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงกับแป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ ด้วยการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น กดแป้น spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียน มีดังนี้

- 1.1 ใช้ภาพกราฟิกเกี่ยวกับเนื้อหา โดยภาพมีขนาดใหญ่ ไม่ซับซ้อน มีเทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้เบื่อ ภาพเหมาะสมกับความรู้และวัยของผู้เรียน
- 1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคการนำเสนอภาพเป็นพิเศษ ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย
- 1.3 เลือกใช้สีที่ตัดกับพื้นหลังอย่างชัดเจน
- 1.4 เลือกใช้เสียงที่เหมาะสมกับภาพกราฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหา
- 1.5 ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

2. การบอกวัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ของบทเรียนนับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน และเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหา การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยมากเป็นการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากสามารถวัดได้และสังเกตได้ง่ายในการตรวจวัดในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ทั่วไปมีความจำเป็นต้องแจ้งเพื่อให้ทราบเค้าโครงเนื้อหากว้างๆ

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

2.1 บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีก

2.2 หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับของผู้เรียน โดยทั่วไป

2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อในเนื้อหาแต่ละส่วน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการสับสน หากมีเนื้อหามากควรแบ่งบทเรียนเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

2.4 ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบว่าหลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

2.5 ถ้าบทเรียนประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลักและตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

2.6 อาจนำเสนอวัตถุประสงค์บนจอภาพทีละข้อ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อ

2.7 เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้นอาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ติกรอบ ใช้ลูกศร

3. การทบทวนความรู้เดิม ก่อนนำเสนอความรู้ใหม่มีความจำเป็นต้องหาวิธีประเมินความรู้ที่จำเป็นสำหรับความรู้ใหม่เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปคือการทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาและเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้ยังนำไปใช้เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน อย่างไรก็ตามขั้นการทบทวนความรู้เดิมไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป เช่นกรณีที่เป็นบทเรียนต่อเนื่องกัน การทบทวนความรู้อาจเป็นรูปการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ อาจเป็นคำพูด ภาพ คำเขียน หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

3.1. มีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน

3.2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

3.4. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากบททดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

3.5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

4. การนำเสนอเนื้อหาใหม่ หลักสำคัญคือควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบด้วยคำอธิบายสั้นๆ ง่ายแต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้เนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว อย่างไรก็ตามภาพที่นำเสนออาจไม่ได้ผลเท่าที่ควรถ้าภาพมีรายละเอียดมาก ใช้เวลามาก ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เข้าใจยากหรือเทคนิคการออกแบบขาดการสมดุล หรือองค์ประกอบภาพไม่ดี

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกภาพนำเสนอ มีดังนี้

4.1. ใช้ภาพประกอบนำเสนอเนื้อหามากที่สุด โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ

4.2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวสำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขึ้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

4.3. ใช้แผนภูมิภาพ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย

4.4. การนำเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นส่วนของข้อความที่สำคัญ ซึ่งอาจใช้วิธีการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการเน้นด้วยคำพูด

4.5. ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

4.6. จัดรูปแบบคำอธิบายให้น่าอ่าน หากเนื้อหาควรจัดกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอนๆ

4.7. คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจง่าย

4.8. หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟิกได้ช้า ควรนำเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น

4.9 ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปมาในแต่ละเฟรมของเนื้อหาและไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร

4.10 คำที่ใช้เป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึงและเข้าใจความหมายตรงกัน

4.11 ชวนเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะกดแป้นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียว

5. การชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningfully Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงในพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาหาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เช่น การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง จะช่วยให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจโน้มนำของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น เนื้อหาบางหัวเรื่องผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดก็เป็นเทคนิคประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปคือผู้ออกแบบยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิม ไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ มีดังนี้

5.1 บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งที่ย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่ใหญ่อย่างไร

5.2 ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

5.3 นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล้องหลายๆ ค่า เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของรูรับแสง

5.4 นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพ ไม้ พลาสติก ยาง เพื่อนำเสนอว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

5.5 การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่าสิ่งที่เป็นนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนักให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม

5.6 บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

6. การกระตุ้นการตอบสนองบทเรียน นักการศึกษาควรกล่าวว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวเนื่องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาและร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนได้ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นอย่างเดียว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น สไลด์ ภาพยนตร์ เทปเสียง ซึ่งสื่อการเรียนการสอนแบบนี้จัดเป็นแบบ ปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ เช่น การตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกรูปกิจกรรมและปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ทำให้มีส่วนผูกประสานให้ความสนใจเพิ่มขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการกระตุ้นการตอบสนองบทเรียน มีดังนี้

6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ

6.2 ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสพิมพ์คำตอบ หรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป

6.3 ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของเนื้อหา

6.4 เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ

6.5 ไม่ควรถามคำถามเดียวกันหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก

6.6 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2 – 3 ครั้ง ควรปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

6.7 เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถามและเฟรมการตรวจรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

6.8 ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือเล็ก

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ห่างเป้าหมายเพียงใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

- 7.1 ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากที่ผู้เรียนได้ตอบบทเรียน
- 7.2 ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าถูกหรือผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบ และตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
- 7.3 ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้อง ได้อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- 7.4 หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางกายภาพหรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบถูก
- 7.5 อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้องและคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน ไม่ใช่เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะเหยียดหยามหรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
- 7.6 เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2 – 3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยเวลาให้เสียไป
- 7.7 อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้ – ไกล จากเป้าหมายก็ได้
- 7.8 พยายามส่งเสริมให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

8. การทดสอบความรู้ใหม่ การทดสอบความรู้ใหม่เรียกการทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อจะ ไปศึกษาในบทต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้ามีบทเรียนหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทดสอบความรู้ใหม่ มีดังนี้

- 8.1 ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อและคะแนนที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ
- 8.2 แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนและควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก
- 8.3 ข้อคำถาม คำตอบและการตรวจปรับคำตอบ ควรอยู่บนเฟรมเดียวกันและนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

8.4 หลีกเลียงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

8.5 ในแต่ละข้อควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีความยาวอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม

8.6 แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสมและมีค่าความเชื่อมั่นเหมาะสม

8.7 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่

8.8 แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศการสอบ

9. การสรุปและนำไปใช้ การสรุปและนำไปใช้จัดเป็นขั้นตอนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากการศึกษาเนื้อหามาแล้ว ในขณะเดียวกันบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพิ่มแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

3.4 การออกแบบหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การออกแบบหน้าจอเป็นสิ่งสำคัญมากเพราะหน้าจอแต่ละหน้าถ้าได้รับการออกแบบให้สวยงาม มีภาพ เสียง และสีสรรค์ที่เร้าใจหรือถูกใจผู้เรียนจะมีส่วนในการสร้างความพึงพอใจอันนำไปสู่ความสนใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ โดยเฉพาะหน้าจอแรกก่อนเข้าสู่บทเรียนจะมีส่วนในการจูงใจในการเรียนเป็นอย่างมาก หน้าจออื่นๆ ก็มีส่วนในการช่วยให้ผู้เรียนติดตามเนื้อหาบทเรียนอย่างต่อเนื่องจนจบ การออกแบบหน้าจอให้น่าสนใจผู้สร้างต้องมีความรู้และสามารถประยุกต์หลักการทฤษฎีทางด้านศิลปะมาใช้ในการสร้างบทเรียน ซึ่งต้องเลือกให้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งด้านความสามารถทางการเรียนและวัยของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านข้อความ

- 1.1 ผู้เรียนกลุ่มอ่านช้า ให้ใช้ขนาดตัวอักษรใหญ่กว่ากลุ่มผู้เรียนที่อ่านคล่อง
- 1.2 การใช้อักษรตัวใหญ่เกินไปจะทำให้ผู้เรียนอ่านช้าลงเพราะต้องกวาดสายตาไปไกล
- 1.3 ตัวอักษรที่เล็กเกินไปทำให้ประสิทธิภาพการอ่านลดลง
- 1.4 หัวข้อเรื่องควรอยู่ระหว่าง 19 – 37 พอยต์
- 1.5 ตัวหนังสือควรอยู่ระหว่าง 12 – 19 พอยต์

2. ความหนาแน่นของข้อความ จากการวิจัยพบว่าผู้เรียนชอบจอภาพที่มีความหนาแน่นปานกลางคิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่หน้าจอมากที่สุด วิชาที่มีเนื้อหายากผู้เรียนจะชอบหน้าจอภาพที่มีความหนาแน่นสูงเพราะหน้าจอภาพจะมีองค์ประกอบต่างๆ ที่เป็นข้อมูลที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาชัดเจน

3. สีข้อความ สีข้อความช่วยกระตุ้นความน่าสนใจในการอ่าน การใช้สีที่เหมาะสมช่วยให้อ่านง่ายและสบายตา การกำหนดสีของตัวอักษรจะต้องพิจารณาสีของพื้นหลังควบคู่ไปด้วยเพราะสีของตัวอักษรมีความเข้มเท่าหรือใกล้เคียงกับสีพื้นหลังอาจทำให้มองเห็นข้อความได้ไม่ชัดเจน สีของพื้นหลังควรเป็นสีเข้มเพราะสีที่เข้มจะลดความสว่างของจอภาพทำให้ผู้เรียนสบายตาและอ่านได้นานขึ้น สีพื้นหลังอาจไม่ใช่สีเดียว แต่มีหลายสีหรือมีรูปภาพประกอบ การเลือกสีตัวอักษรและขนาดตัวอักษรต้องพิจารณาให้เหมาะสม

4. การวางรูปแบบข้อความ ต้องมีความสมดุล ต้องแก้ไขได้ง่ายเหมาะสมกับวัย

5. องค์ประกอบด้านภาพและกราฟิก เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ควรนำเสนอภาพให้เป็นระเบียบ ภาพควรสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเนื้อหาและวัย เลี่ยงการใช้ภาพจำนวนมากๆ ภาพต้องมีความคมชัดและส่วนใหญ่เด็กชอบภาพเคลื่อนไหวที่มีสี

6. องค์ประกอบด้านเสียง เสียงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้

6.1 เสียงบรรยาย ควรให้ระดับเสียงการบรรยายมีความเหมาะสมกับผู้เรียน และวัย มีลีลา การเน้น การหยุด น้ำเสียงน่าฟัง ชัดเจน จูงใจ การออกแบบบทเรียนควรมีส่วนให้เลือกฟังเสียงและไม่ฟังเสียง เพราะเสียงจากการบรรยายอาจทำให้ผู้ฟังสับสนเนื่องจากความเร็วในการอ่านข้อความของผู้เรียนและเสียงจากการบรรยายอาจเร็วไม่เท่ากัน

6.2 เสียงประกอบ และเสียงเอฟเฟกซ์ ช่วยทำให้บทเรียนมีชีวิตชีวาและรู้สึกอยู่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง การเลือกเสียงประกอบควรให้มีความสอดคล้องกับภาพ มีความยาวเหมาะสมและเข้ากับเนื้อหา

7. การควบคุมหน้าจอ การควบคุมหน้าจอเป็นการออกแบบควบคุมการดำเนินเนื้อหา ต้องควบคุมให้ง่ายและสอดคล้องกับกิจกรรมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน คือให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนและทำกิจกรรมได้ตามความต้องการของผู้เรียน ซึ่งการออกแบบส่วนนี้จะต้องมีการสร้างส่วนที่มีการแนะนำการใช้บทเรียนไว้ที่หน้าเมนูหลักด้วย

4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญของเทคโนโลยีการศึกษา มีการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันทั่วโลก ข้อมูลข่าวสารที่หลั่งไหลผ่านทางด่วนข้อมูล (Information Super Highway) ทำให้นักเทคโนโลยีการศึกษาต้องปรับเปลี่ยนแนวคิดและการจัดการเพื่อให้ทันกับการเข้าสู่ยุคที่เรียกว่า อีเลิร์นนิ่ง (e-Learning)

4.1 ความหมายของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic media) หมายถึง สื่อที่บันทึกสารสนเทศด้วย วิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์อาจอยู่ในรูปของ สื่อบันทึกข้อมูลประเภทสารแม่เหล็ก เช่น แผ่นจานแม่เหล็กชนิดอ่อน และสื่อประเภทจานแสง บันทึกอักขระแบบดิจิทัลไม่สามารถอ่านได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์บันทึกและอ่านข้อมูล

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic media) หมายถึง สื่อที่บันทึกสารสนเทศด้วย วิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์อาจอยู่ในรูปของ สื่อบันทึกข้อมูลประเภทสารแม่เหล็ก เช่น แผ่นจานแม่เหล็กชนิดอ่อน (floppy disk) และสื่อประเภทจานแสง(optical disk) บันทึกอักขระแบบดิจิทัลไม่สามารถอ่านได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ บันทึกและอ่านข้อมูล

สมาคมอเมริกันเพื่อการพัฒนาการฝึกอบรม (สมบัติ ประทีปเกรียงไกร, 2550) ได้อธิบายความหมายเอาไว้ว่า หมายถึง การจัดกระบวนการและการใช้ประโยชน์จากสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ต ที่ออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ไม่ยึดติดกับเวลาและความก้าวหน้าในการเรียนรู้

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ จึงเป็นสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เกิดจากวิวัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โทรคมนาคม ในลักษณะของสื่อประสม หรือ มัลติมีเดีย (Multimedia) โดยใช้เทคโนโลยีบนเว็บหรืออินเทอร์เน็ตในการถ่ายทอดเนื้อหา และมีชื่อเรียกขานแตกต่างกันไปไม่ว่าจะเป็น การเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-based Instruction), การเรียนการสอนออนไลน์ (On-line Learning), การเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต (Internet-based Instruction) หรือเรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ (CAI on Web)

4.2 แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์

4.2.1 ประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI

CAI ย่อมาจากคำว่า COMPUTER-ASSISTED หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง

2. WBI (Web-based Instruction)

WBI คือ บทเรียนที่สร้างขึ้นสำหรับการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำจุดเด่นของวิธีการให้บริการข้อมูลแบบ www มาประยุกต์ใช้ Web Base Instruction จึงเป็นบทเรียนประเภท CAI แบบ On-line ในที่นี้หมายความว่า ผู้เรียนเรียนอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ติดต่อผ่านเครือข่ายกับเครื่องแม่ข่ายที่บรรจุบทเรียน

3. การเรียนอิเล็กทรอนิกส์ หรือ e-Learning

การเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการศึกษารียนรู้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต หรืออินเทอร์เน็ตเป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตนโดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ มัลติมีเดียอื่นๆ

4. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หรือ E-book

E-book เป็นคำษาต่างประเทศ ย่อมาจากคำว่า electronic book หมายถึง หนังสือที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยปกติ มักจะเป็นแฟ้มข้อมูลที่สามารถอ่านเอกสารทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั้งในระบบออฟไลน์และออนไลน์

5. E-Training

E-Training หมายถึง กระบวนการการฝึกอบรมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เป็นกระบวนการจัดการฝึกทักษะ เพิ่มพูนสาระความรู้ ที่เน้นให้ผู้เข้ารับการอบรม นั้นเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เข้าอบรมมีอิสระในการเข้าศึกษา เรียนรู้ตามเวลา โอกาสที่ ผู้ฝึกอบรมต้องการ โดยเนื้อหาขององค์ความรู้จะถูกออกแบบมาให้ศึกษาเรียนรู้ได้ โดยง่าย ในรูปแบบมัลติมีเดียซึ่งประกอบด้วยสื่อที่เป็นข้อความรูป หรืออาจมีภาพเคลื่อนไหว

6. Learning Object

Learning Object หมายถึง การจัดรูปแบบสาระการเรียนรู้เป็นหน่วยที่เป็นอิสระ ใช้เวลาสำหรับการเรียนรู้ เป็นช่วงสั้นๆ ประมาณ 2 ถึง 15 นาที และถึงแม้ว่าจะเป็นการเรียนรู้แบบหน่วยย่อยก็ตาม Learning Object จะมีความสมบูรณ์ ในตัวเอง ซึ่งในแต่ละเนื้อหาจะประกอบชื่อเรื่อง คำอธิบาย คำสำคัญ วัตถุประสงค์ การเรียนรู้ กิจกรรม การเรียนรู้ และการประเมินผล ประการหนึ่งคือ ผู้เรียนสามารถ เรียนรู้ด้วยตนเอง

4.2.2 แนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ การสอนผ่านเว็บเป็นการนำความสามารถในรูปแบบต่างๆ ของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอนเนื่องจากว่าการเรียน ในลักษณะนี้ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ตามความต้องการในการเรียนการสอนจะยึดหลัก ดังนี้

1. ต้องสื่อสารกันได้ตลอดเวลา
2. ให้มีความร่วมมือระหว่างผู้เรียน

3. ต้องศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
4. เรียนโดยไม่มีข้อจำกัด
5. ให้ผลย้อนกลับทันที

4.2.3 ข้อแตกต่างของการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์กับระบบการเรียนในห้องเรียน มีดังนี้

1. สามารถเข้าถึงแต่ละบุคคลได้มากกว่าการเรียนในแบบห้องเรียนรวม
2. เป็นการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในแต่ละหลักสูตร และยังมีประสิทธิภาพใกล้เคียงหรือเทียบเท่า
3. เสียค่าใช้จ่ายน้อยลงหรือไม่เสียค่าใช้จ่ายในการคัดลอกสำเนาบทเรียน
4. ประหยัดเวลาและไม่เสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปศึกษาที่มหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษา

4.3 ประโยชน์ของการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ข้อดี

1. ขยายขอบเขตของการเรียนรู้ของผู้เรียนในทุกหนทุกแห่ง จากห้องเรียนปกติไปยังบ้าน และที่ทำงาน ทำให้ไม่เสียเวลาในการเดินทาง
2. ขยายโอกาสทางการศึกษาให้ผู้เรียนรอบโลกในสถานศึกษาต่าง ๆ ที่ร่วมมือกัน ได้มีโอกาสเรียนรู้พร้อมกัน
3. ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ตามความต้องการ และความสามารถของตนเอง
4. การสื่อสารโดยใช้ อีเมล กระจาดข่าว การพูดคุยสด ฯลฯ ทำให้การเรียนรู้มีชีวิตชีวาขึ้นกว่าเดิม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมช่วยเหลือกันในการเรียน
5. กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการสื่อสารในสังคม และก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งที่จริงแล้ว การเรียนแบบร่วมมือสามารถขยายขอบเขตจากห้องเรียนหนึ่งไปยังห้องเรียนอื่น ๆ ได้โดยการเชื่อมต่อทางอินเทอร์เน็ต
6. การเรียนด้วยสื่อหลายมิติทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามสะดวกโดยไม่ต้องเรียงลำดับกัน
7. ข้อมูลของหลักสูตรและเนื้อหาวิชาสามารถหาได้โดยง่าย
8. การเรียนการสอนมีให้เลือกทั้งแบบประสานเวลา คือเรียน และพบกับผู้สอนเพื่อปรึกษาหรือถามปัญหาได้ในเวลาเดียวกัน (Synchronous) และแบบต่างเวลา (Asynchronous) คือเรียนจากเนื้อหาในเว็บ และติดต่อผู้สอนทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

9. ส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเว็บเป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และตลอดเวลา การสอนบนเว็บตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้ รวมทั้งมีทักษะ ในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Meta-Cognitive Skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. การสอนบนเว็บเป็นวิธีที่ดีเยี่ยมในการให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ของสถานการณ์จำลอง ทั้งนี้เพราะสามารถใช้ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ ภาพ 3 มิติ ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงได้

ข้อจำกัด

1. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นยังมีน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการ อื่น ๆ ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวน และขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ

2. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเองนั้น นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น

3. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวาง โปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

4. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียงตามขั้นตอนทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

ประโยชน์ของการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ห้องเรียน

1. ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีเลิร์นนิ่งช่วยลดการเดินทาง ซึ่งจะช่วยลดการใช้น้ำมัน เชื้อเพลิง และลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการใช้รถยนต์หรือจักรยานยนต์ส่วนตัว การบันทึกหรือจดโน้ตในรูปแบบดิจิทัลแทนการใช้กระดาษจริง การทำแบบทดสอบในคอมพิวเตอร์แทนการทำแบบทดสอบในกระดาษ ฯลฯ อีเลิร์นนิ่งจึงเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2. มีคุณภาพและโอกาสในการเรียนรู้ ผู้สอน ครู หรืออาจารย์ สามารถแบ่งความรู้ข้ามพรมแดนทางกายภาพ ทางการเมือง หรือทางเศรษฐกิจให้กับนักศึกษาหรือผู้สนใจ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่างๆ ที่เป็นที่ยอมรับมีโอกาสที่จะทำความรู้ให้ทุกคนที่สนใจสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในทุกๆ ที่ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการศึกษาระดับสูง ทำให้การเรียนรู้สามารถเข้าถึงคนเป็นจำนวนมากได้

3. ผู้เรียนได้รับความสะดวกและความยืดหยุ่น อิเลิร์นนิ่งสามารถเป็นการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถกำหนดระยะเวลาในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถเข้าถึงบทเรียนได้ตลอดเวลา ผู้เรียนจึงไม่จำเป็นต้องผูกพันกับวันเวลาเรียนที่แน่นอนในการไปเข้าเรียนตามสถานที่ที่กำหนด และผู้เรียนยังสามารถพักการเรียนได้ตามความต้องการ

4.4 ตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

พรรณิ ลีกิจวัตนะ (2552) กล่าวถึงตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ว่ามี 2 ด้าน คือ

1. ด้านจิตลักษณะของผู้เรียน ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 2 ตัว คือ
 - 1.1 ความสามารถ สัมเกตได้จาก ความสามารถในการเรียนรู้ และการสืบค้นข้อมูล
 - 1.2 ลักษณะนิสัย สัมเกตได้จากเจตคติต่อการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เจตคติต่อคอมพิวเตอร์ การมุ่งอนาคตและการควบคุมตน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และนิสัยรักการอ่าน
2. ด้านสถานการณ์แวดล้อม ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 4 ตัว คือ
 - 2.1 ครอบครัว สัมเกตได้จากความพร้อมของครอบครัว และการสนับสนุนของครอบครัว
 - 2.2 สถานศึกษา สัมเกตได้จาก ความพร้อมของสถานศึกษา การให้บริการของสถานศึกษา การสนับสนุนของสถานศึกษา
 - 2.3 ครูผู้สอน สัมเกตได้จาก การมอบหมายงานของผู้สอน การให้คำแนะนำ และการประเมินผลของผู้สอน
 - 2.4 เพื่อน สัมเกตได้จากลักษณะของเพื่อน การปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สมคิด อิศระวัฒน์(2538) ได้ศึกษาลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองของคนไทย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นบุคคลที่ประสบความสำเร็จในวิชาชีพของตน โดยมีได้รับการศึกษาหรือเรียนจากสถาบันการศึกษาในสาขาวิชาชีพนั้นๆ เป็นบุคคลที่ได้รับการยอมรับจากท้องถิ่นหรือสถาบันหรือเป็นบุคคลที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็นคนที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาชีพนั้นๆ จำนวน 30 คน จากภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า คุณสมบัติของคนซึ่งเรียนรู้ด้วยตนเอง คือต้องเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างวิเคราะห์ เป็นนักปฏิบัติและนักประเมินผล รวมทั้งเป็นคนที่มีความพยายาม มีความตั้งใจจริง เมื่อมีปัญหาในการเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการคิด และลองทำด้วยตนเองก่อน หากทำไม่ได้จะสอบถามจากผู้รู้ แหล่งข้อมูลในการเรียนคือ การทดลอง

ทำด้วยตนเอง ผู้รู้หนังสือ เพื่อนและการดูงาน สำหรับปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองคือ บุคลิกภาพของบิดามารดาหรือบุคคลที่อยู่ใกล้ชิด วิธีการสร้างสิ่งแวดล้อมเมื่อเลี้ยงดูลูกของบิดามารดา และวิธีการสอน

5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีผู้ที่ทำการวิจัยไว้หลายท่าน ในเรื่องต่าง ๆ กันดังนี้

สมบัติ ประทีปเกรียงไกร(2550) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปทดลองใช้กับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 35 คน โดยการจับฉลากเพื่อเข้าสู่กลุ่มทดลอง 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวน 3 คน ครั้งที่ 2 จำนวน 12 คน และครั้งที่ 3 จำนวน 20 คน การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนใช้ การหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ค่า KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน พบว่าประสิทธิภาพของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพตามเกณฑ์ 85/85

ณัฐกร บินอัศรอมัน (2551) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย วิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรเสื้อผ้าอุตสาหกรรม 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเสื้อผ้า คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปีการศึกษา 2550 สร้างเนื้อหาเป็น 7 หน่วยเรียน มีการทดสอบระหว่างเรียนและหลังการเรียน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทั้งนี้ผู้วิจัยให้ข้อเสนอแนะว่าก่อนการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียควรมีการทบทวนเนื้อหาหน่วยเรียนทั้งหมดก่อน เพื่อให้ให้นักศึกษาเกิดความมั่นใจในการตอบแบบทดสอบ

ยุพดี เฉลาพัทธ์(2536) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ วิชาวงจรดิจิทัล 1 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ และไม่อธิบายคำตอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2536 จำนวน 120 คน ผลการวิจัยพบว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับนั้นไม่ว่าจะอธิบายคำตอบหรือไม่อธิบายคำตอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าเวลาเฉลี่ยในการทดลองของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่ทดลองจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบายคำตอบใช้เวลาเฉลี่ยในการทดลอง 2 คาบกับ 37 นาที ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบไม่อธิบาย

คำตอบ ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ยในการทดลอง 3 คาบ กับ 23 นาที และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มที่มีการอธิบายคำตอบสูงกว่าแบบที่ไม่อธิบายคำตอบ

ประภาศรี บิดาศักดิ์ (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมัลติมีเดีย เรื่องภาษาสืบค้นข้อมูล ด้วยเทคนิค Query – By – Example(QBE) ในรายวิชาระบบฐานข้อมูล กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษา 2/2550 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนพาณิชยการราชดำเนิน จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบก่อนการเรียน แบบทดสอบหลังการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพ 81.1/80.1 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2540) ทำการวิจัยการพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสำหรับการสอนฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และตอนที่ 2 เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาแล้วไปสอนกับนักเรียน 2 โรงเรียน ผลการทดลองพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลการนำบทเรียนไปทดลองสอนทั้งสองโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน

รอสเนอร์(Rosner,1986:) ทำการวิจัยผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “ความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้า” สำหรับนักเรียนเกรด 6 -9 แบ่งหน่วยการเรียนรู้เป็น 2 หน่วย คือ กำลังไฟฟ้าภายในบ้าน และการควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าในบ้าน โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 292 คน ทำแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน และแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทดสอบหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญระดับ .05 และพบว่าการใช้และการประหยัดไฟฟ้าจากสถานการณ์จำลองก่อให้เกิดความคิดรวบยอด และเวลาในการเรียนแต่ละหน่วยย่อยลดลง

คอร์ดลล์ (Cordell , 1989) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดการสอนเนื้อหา แบบเส้นตรงและแบบสาขา ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ และไม่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ

5.3 งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์

พรรณี ลีกิจวัฒน์(2552)ได้ทำการศึกษาการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ศึกษาตัวแปรสังเกตได้ 20 ตัว และตัวแปรแฝง 7 ตัว ที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามชนิดมาตราประเมินค่า 6 ระดับ จำนวน 171 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.68 – 0.94 มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแต่ละตัวในเกณฑ์ทุกตัวแปร และมีค่าความเชื่อถือเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝงอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.87 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมลิสเรล 8.72 พบว่าความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีความเที่ยงตรงและพบว่าตัวแปรแฝงที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้มากที่สุดคือ ครอบครัว รองลงมาคือความสามารถ สถานศึกษา ลักษณะนิสัย เพื่อน และครูผู้สอน และตัวแปรครอบครัวมีอิทธิพลมากที่สุดกับโมเดลกลุ่มชายและกลุ่มที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ และตัวแปรความสามารถมีอิทธิพลมากที่สุดกับกลุ่มหญิงและกลุ่มเน้นวิทยาศาสตร์

ศิริสิทธิ์ จำปาขาว (2549) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมแบบ STAD บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 26 คน เครื่องมือการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค วิธีการ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพ 82.75/80.27 ต่ำกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยมีความเห็นว่าเป็นวิชาที่ทฤษฎีปฏิบัติ จึงถือว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และมีผลความก้าวหน้าทางการเรียน 53.68 เปอร์เซ็นต์ และให้ความเห็นว่าการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมแบบ STAD เหมาะสมกับคำถามที่มีเพียงคำตอบเดียว และส่งเสริมการทำงานเป็นทีม

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์และการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ในการเรียนการสอน พบว่า การสอนโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบปกติ ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี ส่วนในด้านเจตคติต่อการเรียนการสอนพบว่าผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์และต่อวิชาที่เรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง“การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” มีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย เพื่อสร้างบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนแบบผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติ

วิธีดำเนินการประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการวิจัย คือ นักศึกษาที่กำลังเรียนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาคนอกติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ศึกษาในรายวิชา ปฏิบัติการหลักฟิสิกส์ รหัสวิชา 02-511-102 ภาคนอกเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน นักศึกษา 79 คน

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย เป็นนักศึกษา 58 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากนักศึกษา

กลุ่มที่ 1 จำนวน 29 คน เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มที่ 2 จำนวน 29 คน เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “ การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ”
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ จำนวน 30 ข้อ
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ แบ่งเป็น 2 ฉบับ
 - 3.1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
 - 3.2 แบบประเมินคุณภาพบทเรียน โดยนักศึกษาที่ผ่านการใช้สื่อ

3. วิธีการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.1 การสร้างและการหาคุณภาพบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “ การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ”

การสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนการสร้างบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

3.1.1 กำหนดรายวิชาและหน่วยเรียนที่จะสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา ระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาปฏิบัติการหลักฟิสิกส์ รหัสวิชา 02-511-102 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้วิจัยได้เลือกเรื่องการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟมาสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากการศึกษาวิชาปฏิบัติการทดลองทางฟิสิกส์ทุกรายวิชาไม่เฉพาะวิชาปฏิบัติการหลักฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยทำการทดลองเท่านั้นที่ต้องมีการวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อแปลผลการทดลอง อีกทั้งการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือใช้โดยตรงกับรายวิชาปฏิบัติการต่างๆ ที่เก็บข้อมูลเชิงตัวเลข และเนื่องจากลักษณะของกระดาษกราฟโดยทั่วไปเป็นกระดาษกราฟสเกลปกติคือมีขนาดช่องเท่ากันทั้งแกน x และแกน y ผู้วิจัยจึงประสงค์ให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้กระดาษกราฟชนิดนี้กับสมการความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นให้สามารถเขียนเป็นกราฟเชิงเส้นบนกระดาษกราฟสเกลปกตินี้ได้ ประกอบกับจากการสืบค้นข้อมูลไม่พบว่ามิงงานวิจัยที่มีการสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเป็นเรื่องที่เหมาะสม มีคุณค่าแก่การนำมาสร้างเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์

จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ เวลาศึกษา 2 ชั่วโมง

1. บอกประเภทของตัวแปรในการทดลอง
2. เขียนกราฟบนแกนพิกัดฉาก โดยใช้กระดาษกราฟสเกลปกติ
3. เขียนสมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นตรง
4. เขียนสมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นโค้ง
5. จัดรูปสมการคณิตศาสตร์ให้เป็นสมการกราฟเส้นตรง

3.1.2 ศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาสร้างสื่อ โดยศึกษาจากหนังสือ เอกสารที่เกี่ยวข้องกราฟ และข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำความเข้าใจถึงขอบเขตของเนื้อหาและลักษณะเกี่ยวกับการนำความรู้วิชาปฏิบัติการทดลองหลักฟิสิกส์ไปใช้ เพื่อให้เนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียนและผู้สนใจทั่วไป โดยคำนึงถึงพื้นฐานความรู้เดิม

3.1.3 การกำหนดรูปแบบสื่อการเรียนการสอน การใช้บทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ ผู้วิจัยคาดว่าเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเรื่องภูมิหลังที่แตกต่างกันของผู้เรียน ปัญหาความจำกัดของระยะเวลาในการเรียนรู้ และปัญหาการเข้าไม่ถึงข้อบกพร่องในการรับรู้ของผู้เรียนแต่ละคน ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ แหล่งเรียนรู้ และความคิดเห็นจากผู้มีประสบการณ์ด้านการผลิตสื่อการสอน

แล้วเลือกวิธีการนำเสนอโดยคำนึงถึงความชัดเจนของเนื้อหา ระยะเวลาของการนำเสนอ จุดประสงค์ การเรียนรู้และผลการเรียนที่คาดหวัง จึงเลือกเป็นบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์

บทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย

1. วิดีโอเนื้อหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ มีผู้สอนเป็นผู้บรรยาย ผ่านสื่อที่เป็น Power Point โดยมีใบงานเป็นเอกสารให้อ่านประกอบควบคู่ไปกับการชมวิดีโอ

2. วิดีโอเฉลยแบบฝึกทักษะการเขียนกราฟและการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ เป็นการอัดเสียงผู้สอนบรรยายประกอบสื่อ Power Point ที่มีภาพเคลื่อนไหว

3.1.4 การดำเนินการผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์วีดีโอเนื้อหา และวิดีโอเฉลยแบบฝึกทักษะ มีขั้นตอนดังนี้

3.1.4.1 เขียนใบงานเอกสารประกอบการสอน ใบงานประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ หัวข้อเรื่อง เนื้อหา โดยยึดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความรู้พื้นฐานเดิม และระดับการเรียนรู้ นำใบงานไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอ่านตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นอาจารย์ผู้สอนรายวิชาด้านฟิสิกส์ แล้วนำมาปรับปรุงและกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และทดลองใช้ใบงานกับนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 แล้วปรับปรุงข้อความที่ นักศึกษาอ่านแล้วเข้าใจยากหรือพิมพ์สะกดผิด แล้วปรับปรุงเพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

3.1.4.2 เขียนแบบฝึกทักษะการเขียนกราฟและการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ โดยยึดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในใบงานเนื้อหา พร้อมทำเฉลยแบบฝึกทักษะแล้วนำแบบฝึกทักษะและใบเฉลยแบบฝึกทักษะไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอ่าน แล้วนำมาปรับปรุงและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และทดลองใช้กับนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นอาจารย์ผู้สอนกลุ่มเดียวกับที่ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

3.1.4.3 สร้างเป็นสื่อการเรียนการสอน Power Point จากเนื้อหาในใบงานเอกสารประกอบการสอน แล้วให้นักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาพิจารณาความน่าสนใจ การจัดองค์ประกอบ ตัวหนังสือ และรูปภาพประกอบ แล้วนำมาปรับปรุง จนได้ Power Point ที่มีคุณภาพ โดยทดลองใช้กับนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

3.1.4.4 สร้างเฉลยแบบฝึกทักษะเป็น Power Point แบบภาพเคลื่อนไหว แล้วนำไปให้นักศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาตรวจสอบแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำไปปรับปรุง จนได้ Power Point ที่มีคุณภาพ โดยทดลองใช้กับนักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

3.1.4.5 สร้างสื่อวีดีโอการสอน ใช้วิธีการถ่ายภาพมีอาจารย์ผู้สอนบรรยายประกอบ แผ่นสไลด์ของ Power Point แล้วใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์รวมภาพให้อยู่บนจอ นำวิดีโอไปตัดต่อด้วย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาแนะนำแล้วปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาภาคสมทบ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาควิชาที่ 2 ปีการศึกษา 2554 และนำมาปรับปรุงแก้ไขการตัดต่อเนื้อหาให้มีความกระชับมากขึ้น

3.1.4.6 สร้างสื่อวีดิโอการเฉลยแบบฝึกหัด โดยใช้การอัดเสียงของอาจารย์ลงแผ่นสไลด์ของ Power Point แบบภาพเคลื่อนไหว นำวีดิโอไปตัดต่อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาตรวจสอบแล้วแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาภาคสมทบ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาควิชาที่ 2 ปีการศึกษา 2554 และนำมาปรับปรุงแก้ไขการตัดต่อเนื้อหาให้มีความกระชับมากขึ้น

หมายเหตุ การตัดต่อวีดิโอทั้งสองส่วนคือส่วนเนื้อหาและส่วนเฉลยแบบฝึกหัดจะจำกัดให้มีความยาวไม่เกิน 2 ชั่วโมง เพื่อให้สอดคล้องกับเวลาเรียนปกติ

3.1.4.7 นำสื่อวีดิโอที่ผ่านการตัดต่อแล้วให้นักศึกษา 3 คน และอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 คน ที่เคยผ่านการใช้สื่อและประเมินคุณภาพของสื่อ

การหาคุณภาพบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

ก่อนการนำบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ไปทดลองได้ผ่านตรวจสอบความถูกต้องและข้อบกพร่องของเนื้อหา ความสอดคล้องของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา เทคนิควิธีการนำเสนอ ความชัดเจนของภาพ ตัวอักษร และเสียง แล้ว ดังนั้นผู้ประเมินสื่อของการวิจัยจึงประกอบด้วยนักศึกษา 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 คน เหตุที่เลือกใช้ผู้ประเมิน 2 กลุ่มนี้ เนื่องจากเป็นผู้ที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์โดยตรง และทั้งนี้ที่ใช้นักศึกษาจำนวนน้อยเนื่องจากไบบางและแบบฝึกหัดที่เป็นเอกสารประกอบได้ผ่านการทดลองใช้กับนักศึกษามาแล้วเป็นจำนวนมาก และในส่วนของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ได้ปรับปรุงเครื่องมือจากสื่อ Power Point และมีการตัดต่อวีดิโอหลายขั้นตอน และผ่านการแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาแล้ว จึงได้นำสื่อวีดิโอไปทดลองใช้กับนักศึกษาภาคสมทบ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ แล้วจึงได้มาปรับปรุงครั้งที่ 2 โดยนักศึกษาเหล่านี้ไม่ใช่กลุ่มประชากรของการวิจัย

การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งกำหนดค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ระดับ 2 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ระดับ 1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

ผลการประเมิน มีเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ใช้ไม่ได้

ผู้วิจัยกำหนดคุณภาพของบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์จากการประเมินต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีคุณภาพระดับดีถึงดีมาก

3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหาค่าทางสถิติ เรื่อง การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ มีขั้นตอน

การสร้างแบบทดสอบ ดำเนินการสร้างดังนี้

3.2.1 ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาเรื่องกราฟและการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ

3.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากตำราและเอกสาร

3.2.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ โดยเขียนเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ในทักษะด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

3.2.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหากลุ่มเดียวกับที่อ่านเอกสารประกอบการสอนในส่วนที่เป็นเนื้อหาตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไข ทดลองใช้กับนักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ(Content Validity) เพื่อปรับปรุงและแก้ไข

3.2.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแล้วทั้ง 50 ข้อไปทดลองใช้กับนักศึกษา ภาคสมทบ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.6 นำผลการสอบที่ได้จากข้อ 3.2.5 มาวิเคราะห์รายข้อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบอิงเกณฑ์ คัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกเข้าตามเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2 - 0.80 เอาไว้ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวจะตัดทิ้งไปและคัดข้อสอบที่มีข้อคำถามจุดประสงค์หรือเนื้อหาซ้ำกันจะตัดทิ้งไป เพื่อให้เหลือข้อสอบจำนวน 30 ข้อ

การวิเคราะห์เพื่อหาระดับความยาก (Level of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Power of Discrimination) โดยใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์ร้อยละ 27 ดังนี้

นำคะแนนที่ได้มาหาค่าระดับความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าระดับความยากง่าย (P)

$$P = \frac{R_U + R_L}{2f}$$

ค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{R_U - R_L}{f}$$

เมื่อ

P	แทน	ค่าระดับความยาก
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
R_U	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำข้อนั้นถูก
R_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำข้อนั้นถูก
f	แทน	จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.34 – 0.78 เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร

จากสูตร

$$r_{tt} = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

เมื่อ

r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ
X	แทน	คะแนนสอบครั้งแรก
Y	แทน	คะแนนสอบครั้งหลัง
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ

ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่า ได้ข้อสอบได้ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ 0.90

3.2.9 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ จากสูตรค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ

S.D	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
$(\sum X)^2$	แทน	กำลังสองของคะแนนผลรวม
$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนแต่ตัว
X	แทน	คะแนนสอบแต่ตัว
N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่า ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ 4.89

3.2.10 นำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรนัย 4 ตัวเลือก ที่คัดเลือกได้ทั้ง 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ไปทดลองใช้กับนักศึกษา 3 คน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การดำเนินการการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ดำเนินการเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 ทดลองสอนแบบปกติใช้เนื้อหาและ Power Point เนื้อหา ทดลองเฉลยแบบฝึกหัด และทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

การทดลองครั้งที่ 2 ทดลองสอนใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นวิดีโอ เนื้อหา เฉลยแบบฝึกหัด และทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักศึกษาภาคสมทบ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การทดลองครั้งที่ 3 ทดลองสอนใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นวิดีโอ เนื้อหา เฉลยแบบฝึกหัด และทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 คน โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้จากสื่อ และทำแบบประเมินคุณภาพสื่อ

- นำข้อมูลส่วนแบบประเมินคุณภาพจากนักศึกษาและจากอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ ไป
คำนวณหาคุณภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

4.2 การดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดลองครั้งที่ 4 ทดลองสอนกับนักศึกษาภาคปกติ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแบ่งกลุ่มตามห้องเรียน

กลุ่มที่ 1 เรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 29 คน

กลุ่มที่ 2 เรียนรู้ปกติจากอาจารย์ผู้สอน จำนวน 29 คน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองครั้งที่ 4 โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การดำเนินการทดสอบควบคุมที่เรียนรู้ปกติจากอาจารย์ผู้สอนที่สอนโดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ของการทดสอบและประโยชน์ที่จะได้รับ เพื่อให้นักศึกษา
เข้าใจความสำคัญของการทดสอบ และตั้งใจทำแบบทดสอบอย่างเต็มความสามารถ

1.2 แจกแบบทดสอบให้นักศึกษา

1.3 ชี้แจงระยะเวลาการสอบ จำนวนข้อสอบ และวิธีการทำสอบ

1.4 เก็บแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟกินด้วยตนเอง

2. การดำเนินการทดสอบตัวอย่างประชากรในกลุ่มการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์
ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

2.1 ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ของการทดสอบและประโยชน์ที่จะได้รับ เพื่อให้นักศึกษา
เข้าใจความสำคัญของการทดสอบ และตั้งใจทำแบบทดสอบอย่างเต็มความสามารถ

2.2 ชี้แจงระยะเวลาการสอบ จำนวนข้อสอบ และวิธีการทำสอบ โดยมีการกำหนด
ระยะเวลาของการเข้าไปทำข้อสอบในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.3 ติดต่อประสานศูนย์บริการเทคโนโลยีการศึกษาเพื่อแจ้งให้ทราบเพื่ออำนวยความสะดวก
สะดวกนักศึกษาที่จะไปใช้บริการ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บข้อมูลวัดผลสำเร็จทางการเรียนเสร็จ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
จากกลุ่มที่เรียนรู้ปกติจากอาจารย์ผู้สอนมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ ส่วนกลุ่มที่เรียนรู้ผ่านสื่อ
อิเล็กทรอนิกส์จะนำมาผลการสอบออกจากระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อมูลมาทำการ
วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ
หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากสูตร

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

เมื่อ

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2. หาค่าความแปรปรวน โดยใช้สูตร

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

เมื่อ

S^2 แทน ค่าความแปรปรวน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนน
 N แทน จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากอาจารย์โดยตรงและที่เรียนรู้ผ่านสื่อ
อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้สูตร t-test โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right) \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)}}$$

เมื่อ

t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

\bar{X}_1, \bar{X}_2 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

S_1, S_2 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

n_1, n_2 แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ค่า Degrees of Freedom (df) ในกรณีนี้เท่ากับ $n_1 + n_2 - 2$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่องการสร้างบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” ทำการทดลองโดยใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการศึกษา เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพของบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 1. แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับของคุณภาพ
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.93	ดีมาก
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	5.00	ดีมาก
1.3 การจัดเรียงลำดับเนื้อหา	5.00	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	ดีมาก
1.5 ความน่าสนใจของการดำเนินเรื่อง	5.00	ดีมาก
2. การจัดบทเรียน	4.78	ดีมาก
2.1 การนำเสนอเมนูหลักของบทเรียน	4.67	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของเทคนิคการนำเสนอ	5.00	ดีมาก
2.3 ความน่าสนใจของบทเรียน	4.67	ดีมาก
3. ภาพ ภาษา และเสียง	4.75	ดีมาก
3.1 ภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน	5.00	ดีมาก
3.2 ความสอดคล้องของปริมาณภาพกับปริมาณเนื้อหา	5.00	ดีมาก
3.3 ความชัดเจนของภาพประกอบ	4.33	ดี
3.4 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.67	ดีมาก
3.5 ความชัดเจนของเสียงที่บรรยาย	4.87	ดีมาก
4. แบบทดสอบหลังเรียน	4.67	ดีมาก
4.1 ความชัดเจนของคำถาม	4.67	ดีมาก
4.2 ความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนกับเนื้อหา	4.67	ดีมาก
4.3 การนำเสนอผลสรุปคะแนน	4.67	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.78	ดีมาก

จากตารางที่ 1. แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ โดยผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นว่าคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคุณภาพในด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง การจัดบทเรียน ด้านภาพ ภาษา และเสียง และแบบทดสอบในระดับดีมาก ยกเว้นเรื่องความชัดเจนของภาพประกอบที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2. แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยนักศึกษา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับของคุณภาพ
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.56	ดีมาก
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.51	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	4.10	ดี
1.3 การจัดเรียงลำดับเนื้อหา	4.82	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	ดีมาก
1.5 ความน่าสนใจของการดำเนินเรื่อง	4.70	ดีมาก
2. การจัดบทเรียน	4.85	ดีมาก
2.1 การนำเสนอเมนูหลักของบทเรียน	4.87	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของเทคนิคการนำเสนอ	4.75	ดีมาก
2.3 ความน่าสนใจของบทเรียน	4.95	ดีมาก
3. ภาพ ภาษา และเสียง	4.71	ดีมาก
3.1 ภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.78	ดีมาก
3.2 ความสอดคล้องของปริมาณภาพกับปริมาณเนื้อหา	4.91	ดีมาก
3.3 ความชัดเจนของภาพประกอบ	4.87	ดีมาก
3.4 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.67	ดีมาก
3.5 ความชัดเจนของเสียงที่บรรยาย	4.33	ดี
4. แบบทดสอบหลังเรียน	4.63	ดีมาก
4.1 ความชัดเจนของคำถาม	4.53	ดีมาก
4.2 ความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนกับเนื้อหา	4.62	ดีมาก
4.3 การนำเสนอผลสรุปคะแนน	4.75	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.68	ดีมาก

จากตารางที่ 2. แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ โดยนักศึกษา มีความเห็นว่าคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคุณภาพในด้าน การจัดบทเรียน ด้านภาพ ภาษา และเสียง และแบบทดสอบในระดับดีมาก

จากตารางแสดงคุณภาพของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก อย่างไรก็ตามยังมีข้อเสนอจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา เกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพของสื่อเพื่อเป็นสื่อที่มีคุณภาพดีขึ้นอีกครั้งนี้

1. ควรจะมีเมนูหลักและเมนูย่อย เพื่อให้นักศึกษาได้เลือกเนื้อหาที่นักศึกษาต้องการจะศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองได้ โดยจัดให้มีเมนูหลักเป็นหัวข้อของแต่ละเรื่องเพื่อทำการเชื่อมโยงไปสู่เมนูย่อยกับเมนูหลัก
2. ควรปรับจำนวนบรรทัดบางหน้าให้มีความหนาแน่นน้อยลง

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาที่เรียนรู้ปกติจากอาจารย์ผู้สอน

ตารางที่ 3. แสดงการคำนวณเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน

กลุ่มตัวอย่าง (N)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ความแปรปรวน (S^2)	ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ (t)
กลุ่มควบคุม 29 คน	16.68	34.57	0.53
กลุ่มทดลอง 29 คน	17.58	49.60	

ค่าเฉลี่ย

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

กลุ่มทดลอง ที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

$$\bar{X}_1 = \frac{510}{29} = 17.58$$

กลุ่มควบคุม ที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน

$$\bar{X}_2 = \frac{484}{29} = 16.68$$

ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ (t)

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right) \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)}} \\
 &= \frac{17.58 - 16.68}{\sqrt{\left(\frac{(29 - 1)49.60 + (29 - 1)34.57}{29 + 29 - 2} \right) \left(\frac{29 + 29}{29 \times 29} \right)}} \\
 &= 0.53
 \end{aligned}$$

ความแปรปรวน (S^2)

$$S^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N - 1)}$$

กลุ่มทดลอง

$$S^2 = \frac{29 \times 10358 - (510)^2}{29(29 - 1)} = \frac{300382 - 260100}{812} = \frac{40282}{812} = 49.60$$

กลุ่มควบคุม

$$S^2 = \frac{29 \times 9046 - (484)^2}{29(29 - 1)} = \frac{262334 - 234256}{812} = \frac{28078}{812} = 34.57$$

จากตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน แต่จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพบว่า เป็นไปอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าความแปรปรวนสูงทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองมีค่าความแปรปรวนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการสร้างบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาที่กำลังเรียนวิชาปฏิบัติการหลักฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อสร้างบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน การเลือกตัวอย่างประชากรโดยวิธีเจาะจงให้เป็นนักศึกษา ภาคปกติ จำนวน 2 ห้องเรียน สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ แล้วทำการสุ่มอย่างง่ายให้ได้นักศึกษาที่เป็นตัวอย่างประชากรห้องละ 29 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ”
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ”
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ช่วยวิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังปรากฏในหน่วยที่ 4

สรุปผลการวิจัย

1. คุณภาพของบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ จากผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษากลุ่มพบว่าคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” มีค่าคะแนนเฉลี่ยของสูงกว่านักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน

อภิปรายผลการวิจัย

1. คุณภาพของบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟจาก การประเมินผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษา พบว่าคุณภาพสื่อโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคุณภาพในด้าน เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง การจัดบทเรียน ด้านภาพ ภาษา และเสียง และแบบทดสอบในระดับดีมาก ยกเว้นเรื่องความชัดเจนของภาพประกอบที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจาก

1.1 บทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นได้มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบตามกระบวนการ ของการเลือกสื่อ และสื่อที่พัฒนาขึ้นได้รับการตรวจสอบแก้ไข ผ่านการตรวจคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์มาแล้ว ก่อน จะนำไปทดลองใช้จึงทำให้ได้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพ ส่วนความชัดเจนของภาพประกอบและสื่อ อยู่ระดับดีนั้นสืบเนื่องจากห้องบันทึกสื่อมีแสงจำกัด และสื่อที่ผลิตผ่านการตัดต่อหลายครั้งเพื่อให้มี เนื้อหาสาระเหมาะสมและมีระยะเวลาสอดคล้องกับเวลาที่จะใช้ในการวิจัย จึงทำให้สื่อที่สร้างขึ้นมี คุณภาพ ดังจะเห็นได้ว่างานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างและการพัฒนาการเรียนการสอนต่างๆ นั้นจะต้องมี ขั้นตอนหนึ่งเสมอที่จะต้องผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้สื่อ ได้แก่ งานวิจัยของสุชีรา มีอาษา และคณะ(2551) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชาการจัดการข้อมูลเบื้องต้น เรื่องการเรียงลำดับข้อมูล งานวิจัยของอนุชิต อนุพันธ์และคณะ(2552) ที่ได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนเรื่อง การทำงานของ ทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา งานวิจัยของนฤมล ภู่นาคและคณะ(2553) ที่ได้ศึกษาพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการ ป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์ โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์สำนักงานเขตบางเขน เป็นต้น

1.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการสร้างสื่อและได้สร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย (Robert Gagne) เกี่ยวกับการออกแบบกระบวนการเรียนการสอน 9 ประการ คือ

1.2.1 การเร้าความสนใจ ก่อนการนำเสนอบทเรียนควรมีการจูงใจและเร้าความ สนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน จึงควรเริ่มต้นด้วยภาพ แสง สี เสียง ประกอบกัน และบอกชื่อเรื่องบทเรียน ไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

1.2.2 การบอกวัตถุประสงค์ประสงค์ของการเรียนรู้ของบทเรียน ผู้เรียนจะได้ทราบถึง ความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน และเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหา

1.2.3 การทบทวนความรู้เดิม การทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test) เพื่อทบทวน เนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาและเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ และระหว่างหัวข้อหน่วยเรียน จะเชื่อมโยงด้วยความรู้เดิมจากหน่วยเรียนที่จำเป็นต้องใช้ต่อเนื่องกันไป

1.2.4 การนำเสนอเนื้อหาใหม่ ใช้ภาพประกอบนำเสนอเนื้อหาที่ใช้เป็นคำที่ ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึง

1.2.5 การชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ หาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระตือรือร้น เช่น การใช้เทคนิคการให้ตัวอย่างประกอบในทุกหัวข้อเรื่อง

1.2.6 การกระตุ้นการตอบสนองบทเรียน หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาและร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนได้ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นอย่างเดียว ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ผู้เรียนมีกิจกรรมที่ต้องใช้การปฏิบัติฝึกฝนด้วยตนเองเพื่อให้ค้นพบคำตอบด้วยการให้ผู้เรียนทำแบบฝึกทักษะ อันจะเป็นการประมวลความรู้ทั้งหมดที่เรียนมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อค้นหาคำตอบ

1.2.7 การให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ออกแบบเฉลยผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ คำถามแบบฝึกทักษะบางข้อนั้นการพบคำตอบมีหลายวิธี ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบไว้และเฉลยให้ผู้เรียนทราบในวิธีการต่างๆ เพื่อไปสู่คำตอบ อันเป็นการสนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลในการค้นหาคำตอบ

1.2.8 การทดสอบความรู้ใหม่ การทดสอบความรู้ใหม่เรียกการทดสอบหลังบทเรียน (Post - test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยผู้วิจัยเลือกสร้างแบบทดสอบที่เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกโดยสร้างเพื่อวัดตามวัตถุประสงค์บทเรียน

1.2.9 การสรุปและนำไปใช้ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นสำคัญๆ ของเนื้อหาระหว่างการเฉลยแบบฝึกหัดและอธิบายเพิ่มเติมว่าใช้อย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากการศึกษาเนื้อหาแล้ว

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอนุชิต อนุพันธ์และคณะ(2552) ที่ได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนเรื่อง การทำงานของทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา พบว่าคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยให้ความสำคัญที่ได้สร้างสื่อตามขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการสอนของ Robert Gagne

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีค่าคะแนนเฉลี่ยของสูงกว่านักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าแปรปรวนของคะแนนนักศึกษที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีค่าความสูงกว่านักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน สามารถแยกพิจารณาได้ 2 ประเด็น ดังนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีค่าคะแนนเฉลี่ยของสูงกว่านักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน แสดงให้เห็นว่าการเรียนด้วยบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพสูง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองในระดับที่เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้มีความสอดคล้องกับทฤษฎีและงานวิจัยทางการศึกษาดังนี้

2.2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองรูปแบบหนึ่ง ซึ่งอรพรรณ พรสีมา (2530) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยตนเองว่าเป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนด้วยตนเองได้อย่างอิสระ ถ้าไม่ถูกต้องก็ใคร่ตรงพิจารณาให้เกิดความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ จึงเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นได้นำเสนอด้วยเนื้อหา หลักการ ภาพประกอบ การมีปฏิสัมพันธ์ ตัวอักษร กราฟิก เพื่อให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเองตลอดเวลา และทุกเวลาที่ไม่ว่าจะ

2.2.2 ทฤษฎีปัญญานิยม ทฤษฎีปัญญานิยมเกิดจากแนวคิดของชอมสกี (Chomsky) ที่เชื่อว่าพฤติกรรมมนุษย์เกิดจากจิตใจ ความคิด และความรู้สึกที่แตกต่างกัน ซึ่งสมบัติ ประทีปเกรียงไกร (2550) กล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายที่ผู้สร้างได้ออกแบบสร้างโดยคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคลจะทำให้การรับรู้ การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยทั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลจึงได้ทำแบบฝึกทักษะเพื่อการทบทวนเนื้อหาและประเมินผลความเข้าใจในเนื้อหาพร้อมทั้งมีการเฉลยแบบฝึกหัดซึ่งบางข้อสามารถทำได้หลายวิธีให้ทราบด้วย อันเป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ดีในระดับหนึ่ง ทำให้มีความสอดคล้องกับทฤษฎีปัญญานิยม ช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจและไม่เกิดความกังวลในระหว่างเรียน จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนที่สูงขึ้น

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีค่าคะแนนเฉลี่ยของสูงกว่านักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและค่าแปรปรวนของคะแนนนักศึกษที่เรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีค่าความสูงกว่านักศึกษาที่เรียนปกติจากอาจารย์ผู้สอน ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าค่าคะแนนเฉลี่ยต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิตินั้นสอดคล้องกับค่าความแปรปรวน ทั้งนี้คะแนนมีความแปรปรวนอาจเป็นผลจากสาเหตุ 3 ประการ คือ

2.2.1 รูปแบบการเรียนรู้โดยผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีการเรียนเนื้อหา มีเฉลยแบบฝึกทักษะ มีการสรุปเนื้อหาบทเรียนขณะเฉลยแบบฝึกทักษะนั้นทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองตามเวลาที่ต้องการก็ครั้งก็ได้จึงตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งเป็นหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ แต่ในขณะที่การเรียนรู้ปกติอาจารย์ก็มีการใช้สื่อการสอนที่เป็น Power Point ประกอบ ซึ่งเป็น Power Point ตัวเดียวกับที่นำเสนอในสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ทำให้อาจารย์มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของการเรียนรู้ได้ทันที แต่การเรียนรู้แบบปกติใช้เวลาเรียนนานกว่าการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ทำให้มีเวลาในการวินิจฉัยข้อบกพร่องน้อยและผู้เรียนฟังอาจารย์ผู้สอนได้เพียงครั้งเดียว ดังนั้นการเรียนรู้ทั้งสองแบบจึงมีข้อดีและข้อเสีย จึงส่งผลให้ค่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือนั่นก็คือไม่มีความแตกต่างกันที่ทางสถิติ จึงถือได้ว่าสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้ และมีข้อดีที่นักศึกษาที่ขาดเรียนสามารถไปเรียนรู้ด้วยตนเองได้

2.2.2 พฤติกรรมความตั้งใจในการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนส่วนหนึ่งที่ไม่ใส่ใจต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้มีงานวิจัยพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของพรณี ลีกิจวัฒน์ (2552) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2551 พบว่าตัวแปรแฝงที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้มากที่สุดคือ ครอบครัวยุทธศาสตร์คือความสามารถ สถานศึกษา ลักษณะนิสัย เพื่อน และครูผู้สอน และตัวแปรครอบครัวยุทธศาสตร์มีอิทธิพลมากที่สุดกับ โมเดลกลุ่มชายและกลุ่มที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ และตัวแปรความสามารถมีอิทธิพลมากที่สุดกับกลุ่มหญิงและกลุ่มเน้นวิทยาศาสตร์ และยังมีงานวิจัยของ สมคิด อิศระวัฒน์ (2538) ที่ได้ศึกษาลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองของคนไทยจากภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า คุณสมบัติของคนซึ่งเรียนรู้ด้วยตนเอง คือต้องเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างวิเคราะห์ เป็นนักปฏิบัติและนักประเมินผลรวมทั้งเป็นคนที่มีความพยายาม และมีความตั้งใจจริง ดังนั้นในการเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ผู้ที่มีความใส่ใจน่าจะได้คะแนนสูง ในขณะที่ผู้ที่ไม่ใส่ใจที่จะเรียนจะได้คะแนนต่ำจึงเกิดความแตกต่างของคะแนนทำให้เกิดความแปรปรวน ซึ่งต่างจากการเรียนรู้ปกติในห้องเรียนที่มีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ควบคุมกระบวนการเรียนการสอนได้ในระดับหนึ่ง จึงมีค่าความแปรปรวนของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยกว่า อย่างไรก็ตามจะสังเกตเห็นว่าแม้กลุ่มที่อาจารย์ควบคุมการสอนเองก็ยังมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง จึงแสดงให้เห็นถึงความตั้งใจที่ต่างกันของผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2.3 ความไม่สะดวกในการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นใช้พื้นที่หน่วยความจำสูง จึงต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วในการทำงานสูง ทำให้คอมพิวเตอร์นักศึกษาบางคนที่มีความเร็วต่ำกระตุกหรือหยุดชะงักระหว่างการโหลดข้อมูลทำให้ไม่เกิดความต่อเนื่องในการรับรู้ ประกอบกับเมื่อใช้สื่อของสำนักวิทยบริการของมหาวิทยาลัยก็มีข้อจำกัดเช่นกันคือเมื่อนักศึกษาหลายคนใช้พร้อมกันทำให้ระบบหยุดชะงักเช่นเดียวกันจึงไม่เกิดความต่อเนื่องในการศึกษาบางคน ความไม่ต่อเนื่องจะทำให้สื่อไม่น่าสนใจเท่าที่ควรซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของการใช้สื่อการเรียนการสอนของกิดานันท์ มลิทอง (2543) ซึ่งได้กล่าวถึงการใช้อุปกรณ์การสอนให้มีประสิทธิภาพว่า เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากการถ่ายทอดเนื้อหาของสื่อที่ดีที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีหลักในการใช้สื่อการสอนคือต้องเตรียมจัดสภาพแวดล้อม โดยการจัดเตรียมวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้พร้อม ตลอดจนจัดเตรียมสถานที่ห้องเรียนให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ในการพัฒนาบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้พัฒนาต้องมีความรู้ ความเข้าใจในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านเทคนิคการออกแบบ ด้านกราฟิก ด้านเทคนิคการผลิต ด้านภาพและเสียง เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้บทเรียนนี้มีคุณภาพตามหลักการพัฒนาบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยไม่ควรมองข้ามคือแหล่งข้อมูลต้องไม่ใหญ่เกินไป เพราะจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นที่มีความเร็วในการโหลดข้อมูลต่ำมีปัญหาในการโหลดข้อมูลจะทำให้การรับรู้ไม่ต่อเนื่อง

2. ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในวงการศึกษามากขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการพัฒนาบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ให้มากขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการส่งเสริมให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพควรได้ตระหนักถึงความสำคัญของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ หากคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงเหมาะสมกับระดับผู้เรียน หรือทำระบบเครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี

3. ในการเรียนรู้ด้วยบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ ความสนใจของผู้เรียนโดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะแนวทาง ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนไม่จำกัดเวลา อันจะส่งผลให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเองอย่างมีความสุข ครูผู้สอนทุกรายวิชาควรมีบทบาทในการกระตุ้นให้นักศึกษาเป็นผู้ใฝ่รู้มีความสามารถในการสืบค้นข้อมูล มีความตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. บทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ สามารถนำไปใช้ในการสอนซ่อมเสริม หรือเป็นบทเรียนทบทวนเนื้อหาให้แก่ผู้เรียนที่เรียนช้า หรือผู้เรียนที่มีความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้ ดังนั้น

ครูผู้สอนยุคใหม่นี้ควรได้หาความรู้ในการนำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งนอกจากจะช่วยให้ นักศึกษามีความรู้ตามจุดประสงค์แล้ว ยังช่วยครูผู้สอนในการลดเวลาที่ต้องอธิบายซ้ำๆ กับผู้เรียนในเรื่องเดียวกันและจุดเดียวกันของสิ่งที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ

5. ความสำเร็จของการผลิตสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะสื่ออิเล็กทรอนิกส์จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อมีการประสานงานร่วมแรง ร่วมใจ ให้คำแนะนำ ให้คำชี้แนะ ของบุคลากรหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้อง จึงขอให้ทุกบุคลากรในฝ่ายต่างๆ โปรดให้ความร่วมมือเสียสละเวลาเพื่อสร้างประโยชน์ส่วนใหญ่นี้ให้เกิดขึ้นเพื่อการพัฒนาประเทศของเรา

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างเสร็จไปทำการทดลองกับนักศึกษาคนอื่น ที่เรียนในรายวิชาปฏิบัติการหลักฟิสิกส์เหมือนกัน แต่ให้ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกราฟ และควรทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเมื่อสิ้นภาคการศึกษาถึงความคงทนในการเรียนรู้โดยภาพรวมทั้งรายวิชา
2. ควรมีการพัฒนาบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ในเนื้อหาอื่น ๆ ที่เป็นพื้นฐานของการเรียน เช่น ปริมาณทางฟิสิกส์ การเคลื่อนที่เชิงเส้น งาน พลังงาน
3. ควรมีการพัฒนารูปแบบ และวิธีการนำเสนอบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ให้มีความหลากหลายมากขึ้น โดยพิจารณาถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง (2543). เทคโนโลยีการศึกษา และนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533) เทคโนโลยีการสอน : การออกแบบและพัฒนา พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โอเอส พรินต์ติ้งเฮาส์.
- ณัฐกร บินอัชครามัน (2551) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชา เทคโนโลยีเครื่องจักรเสื้อผ้าอุตสาหกรรม 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเสื้อผ้า คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร : ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมการศึกษา กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ทักษิณา สวานานนท์ (2544). คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ องค์การค้าคุรุสภา.
- ทิสนา แคมมณี (2547) รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. ด้านสุทธาการพิมพ์ . กรุงเทพฯ .
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2545) หลักการออกแบบและสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน กรุงเทพฯ อรุณการพิมพ์.
- นฤมล ภู่านาคและคณะฯ (2554) การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่อง การป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์ โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน วารสารคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม.10(3) .
- บุญชม ศรีสะอาด (2545) การวัดและประเมินผลการศึกษา กรุงเทพฯ.
- ประจวบ ลาสิงห์ (2551) การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา 3100-0003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ วิทยาลัยเทคนิคเลย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ .
- ประภาศรี บิดาศักดิ์ (2550) การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบมัลติมีเดีย เรื่อง เรื่องภาษาสืบค้นข้อมูล ด้วยเทคนิค Query – By – Example(QBE) ในรายวิชาระบบฐานข้อมูล. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. นนทบุรี: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2550 .
- ประศาสน์ ลูกอินทร์ (2550) การพัฒนาประสิทธิภาพเอกสารประกอบการสอน วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยอำนาจเจริญ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- ปรเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก ปฏิบัติการพิสิทธ์ 1 มหาวิทยาลัยศรีปทุม กรุงเทพฯ.2549.

พันธศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2540) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาการออกแบบ
วงจรรขยายเชิงเส้น หลักสูตรประกาศนียบัตรครุเทคนิคชั้นสูง วิทยานิพนธ์ปริญญาครุ
ศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พรรณี ลีกิจวัฒน์(2549) การวิจัยการศึกษา กรุงเทพฯ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณี ลีกิจวัฒน์ (2552) การพัฒนาโมเดลความล้มพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อ
อิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย วารสารครุศาสตร์
อุตสาหกรรม.8(2) .

ภาควิชาฟิสิกส์ (2548) ปฏิบัติการฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร(2552) คู่มือการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น
สำคัญ กรุงเทพฯ.

ยุพดี เฉลาภักตร์ (2536) “ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ วิชาวงจร
ดิจิทัล 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบและไม่อธิบายคำตอบ ”

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536) เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ
สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

วิรุฬห์ บุญสมบัติ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 6 การเขียนกราฟ จาก www.

ศิริสิทธิ์ จำปาขาว (2549) การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมแบบ STAD บนเครือข่าย
อินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา นนทบุรี : สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2549 .

สุชีรา มีอาษาและคณะ (2552) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการ
ทบทวนวิชา การจัดการข้อมูลเบื้องต้น เรื่องการเรียงลำดับข้อมูลเบื้องต้น วารสารครุศาสตร์
อุตสาหกรรม.8(2) ,13.

สมคิด อิศระวัฒน์(2538) การศึกษาลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองของคนไทย ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมบัติ ประทีปเกรียงไกร(2550) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การออกแบบและ
พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย:ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี
การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ: กรุงเทพฯ .

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก(2540) การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุมาลี จันทรชลอ . (2542) การวัดและประเมินผล ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะ
วิทยาศาสตร์ ปฏิบัติการฟิสิกส์ กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต(2528) เทคโนโลยีการศึกษา กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ

อนุชิต อนุพันธ์และคณะฯ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่อง
การทำงานของทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม.10(3) ,2554.

Cordell, B.J. (1989) “The Effect of Different Learning Styles on outcome of Education using
Two Computer- Assisted Instructional Design.” Dissertation Abstract International. 50
(1989 , November)

Heinich,R., Molenda, M. and Russell , J . (1993) Instructional Media and the New Technologies
of Instruction. 3rd ed. New York: Macmillan Publishing.

Rosner, E.(1989,September) “An Evaluation of a Computer-Assisted Instructional Unit in Basic
Electrical Awareness for Sixth Through Ninth Grade Science Students,” Dissertation
Abstracts International. 50: 669A.

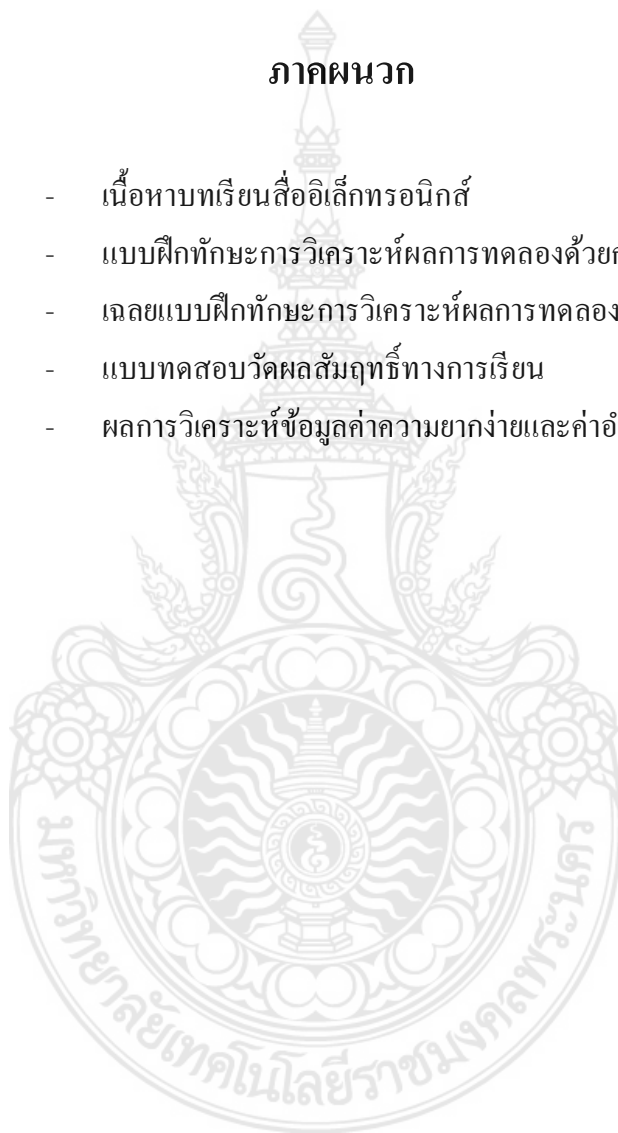
[http : //www.rmu.ac.th/~prawit/web/sara/cai/cai.htm](http://www.rmu.ac.th/~prawit/web/sara/cai/cai.htm) ศิริชัย นามบุรี, 2542

[http : //yalar.yru.ac.th/~sirichai/4123612/unit1/meaning-cai.html](http://yalar.yru.ac.th/~sirichai/4123612/unit1/meaning-cai.html)

[http : //umuhanee.blogspot.com/2008/07/cai.html](http://umuhanee.blogspot.com/2008/07/cai.html)

ภาคผนวก

- เนื้อหาบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์
- แบบฝึกทักษะการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ
- เฉลยแบบฝึกทักษะการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก



การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกประเภทของตัวแปรในการทดลอง
2. เขียนกราฟบนแกนพิกัดฉาก โดยใช้กระดาษกราฟสเกลปกติ
3. เขียนสมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นตรง
4. เขียนสมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นโค้ง
5. จัดรูปสมการคณิตศาสตร์ให้เป็นสมการกราฟเส้นตรง

ประเภทของตัวแปรในการทดลอง

การทดลองจะประกอบด้วย ตัวแปร 2 ประเภทเสมอ คือแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) และตัวแปรตาม (Dependent variable) ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลการทดลองที่เกิดขึ้น **ปริมาณที่เป็นตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งปริมาณ** ในการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณจะต้องทำให้ปริมาณที่เป็นตัวแปรอิสระมีเพียงตัวเดียว เพื่อทราบว่าตัวแปรตามเป็นผลจากตัวแปรอิสระตัวนั้นอย่างไร ด้วยวิธีการควบคุมปริมาณที่เป็นตัวแปรอิสระที่ไม่ต้องการให้ให้เป็นค่าคงตัวตลอดการทดลอง เช่น ความดันของของไหลในระบบปิดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของไหลและระดับความลึกของของไหล จึงได้ว่าปริมาณที่เป็นตัวแปรอิสระมี 2 ปริมาณ คือ ความหนาแน่นและ ระดับความลึกของของไหล จึงต้องการออกแบบการทดลองควบคุมตัวแปรอิสระให้มีเพียงตัวเดียว ดังนี้

- ถ้าใช้ของไหลชนิดใดชนิดหนึ่ง แล้ววัดค่าความดันที่ระดับความลึกต่างๆ จะเป็นการควบคุมค่าความหนาแน่นในการทดลองให้เป็นค่าคงตัว จะได้ว่าตัวแปรอิสระเป็นระดับความลึกและตัวแปรตามเป็นความดันของของไหล

- ถ้าใช้ของไหลชนิดต่างๆ แล้ววัดค่าความดันของไหลที่ระดับความลึกเดียวกัน จะเป็นการ ควบคุมระดับความลึกของของไหลในการทดลองให้คงตัว จะได้ว่าตัวแปรอิสระเป็นความหนาแน่นของของไหลแต่ละชนิดและตัวแปรตามเป็นความดันของของไหล

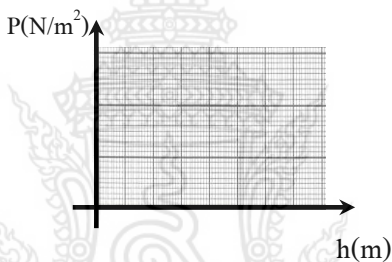
การเขียนกราฟบนแกนพิกัดฉาก โดยใช้กระดาษกราฟสเกลปกติ

การเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร บนแกนพิกัดฉาก โดยใช้กระดาษกราฟสเกลปกติ ประกอบด้วย

1. ชื่อกราฟ
2. ปริมาณและหน่วยกำกับแกน
3. ตัวเลขกำกับแกน
4. ตำแหน่งข้อมูล
5. เส้นกราฟความสัมพันธ์

ชื่อกราฟความสัมพันธ์ ให้เขียนเป็นชื่อปริมาณของตัวแปรตามก่อนชื่อปริมาณของตัวแปรอิสระ เช่น การศึกษาสมบัติเชิงกลของไหล เมื่อวัดความดันของของไหลชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่นคงตัวที่ระดับความลึกต่างๆ กัน จะได้ว่าระดับความลึกเป็นตัวแปรอิสระ และความดันของของไหลเป็นตัวแปรตาม ชื่อกราฟจึงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับระดับความลึกของของไหล

ปริมาณและหน่วยกำกับแกน ให้เขียนชื่อความสั้นๆ หรือเขียนสัญลักษณ์ของปริมาณที่เป็นตัวแปรที่ศึกษา พร้อมหน่วยการวัดกำกับบนแต่ละแกนของกราฟ โดยทั่วไปมักเขียนปริมาณของตัวแปรอิสระกำกับบนแกน x และปริมาณของตัวแปรตามกำกับบนแกน y เป็นเช่น เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับระดับความลึกของของไหล เนื่องจากปริมาณความดันใช้สัญลักษณ์แทนด้วย P ถ้าใช้หน่วยการวัดในระบบหน่วยเอสไอ จะมีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร ซึ่งเขียนแทนสัญลักษณ์หน่วยด้วย N/m^2 หรือ $N \cdot m^{-2}$ และปริมาณระดับความลึก ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย h เมื่อปริมาณความดัน ใช้หน่วยวัดในระบบเอสไอและหน่วยการวัดระยะทางเป็น เมตร หน่วยของระดับความลึกก็ต้องสอดคล้องกันจึงต้องใช้หน่วยการวัดเป็นเมตร และเขียนแทนสัญลักษณ์หน่วยด้วย m จึงเขียนสัญลักษณ์ของปริมาณพร้อมหน่วยการวัดกำกับบนแกนกราฟพร้อมกำกับได้ดังนี้



รูปที่ 1 การเขียนปริมาณและหน่วยกำกับแกนของกราฟ

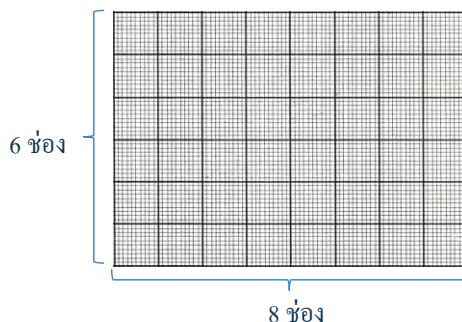
ตัวเลขกำกับแกน ให้ใช้เป็นตัวเลขที่ทำให้ข้อมูลบนกระดาษกราฟมีการกระจายตัวเต็มพื้นที่ ด้วยวิธีการคำนวณจากมาตราส่วนกำกับแกน และถ้าต้องการทราบจุดตัดแกน y เพื่อการเขียนสมการเส้นกราฟจะต้องเขียนให้จุดตัดแกนมีค่าเป็นศูนย์ทั้งแกน x และ y

$$\text{มาตราส่วนกำกับแกน} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนช่อง}}$$

พิสัย เป็นช่วงกว้างของข้อมูล คำนวณจากผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด

เช่น ถ้าศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุหนึ่ง มีข้อมูลดังตาราง และมีกระดาษกราฟดังรูป จะกำหนดมาตราส่วนกำกับบนแกน x และแกน y ได้ดังนี้

t(s)	10	15	20	30	50	65
v(m/s)	30	47	61	90	148	196

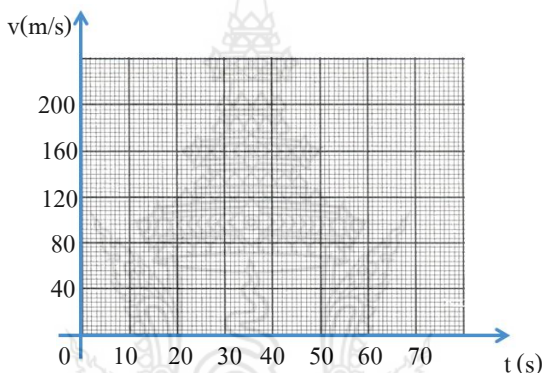


$$\text{มาตราส่วนกำกับแกน } x = \frac{\text{พิสัยของข้อมูลแกน } x}{\text{จำนวนช่องของแกน } x} = \frac{65-0}{8} = 8.125$$

ดังนั้น 1 ช่องใหญ่ของกราฟ จึงใช้เท่ากับ 10 วินาที เพราะถ้าใช้เท่ากับ 20 วินาที ข้อมูลจะไม่กระจายเต็มพื้นที่กระดาษกราฟ และถ้าใช้เท่ากับ 5 วินาที กระดาษกราฟจะใส่ข้อมูลไม่พอ

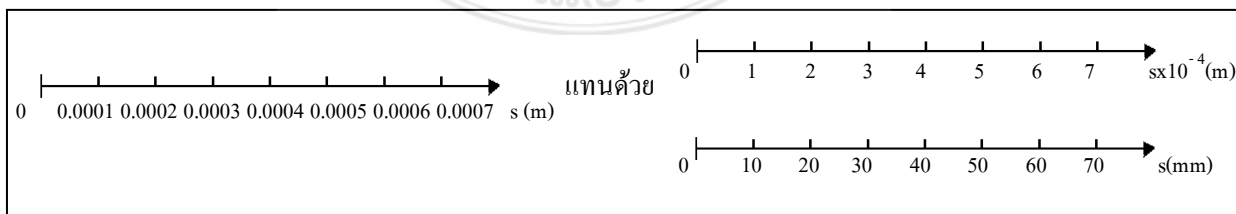
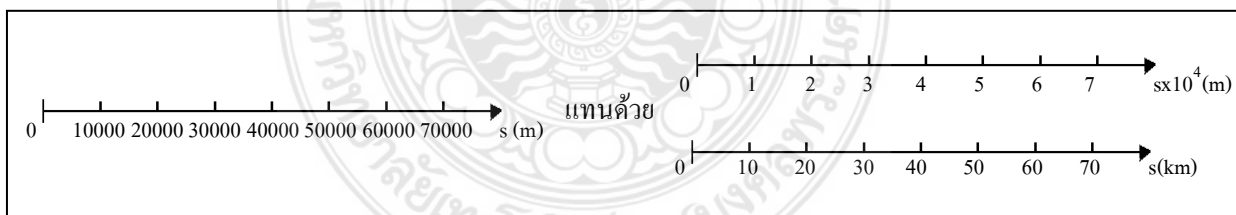
$$\text{มาตราส่วนกำกับแกน } y = \frac{\text{พิสัยของข้อมูลแกน } y}{\text{จำนวนช่องของแกน } y} = \frac{196-0}{6} = 32.667$$

ดังนั้น 1 ช่องใหญ่ของแกน y จึงใช้เท่ากับ 40 m/s ด้วยเหตุผลทำนองเดียวกับแกน x



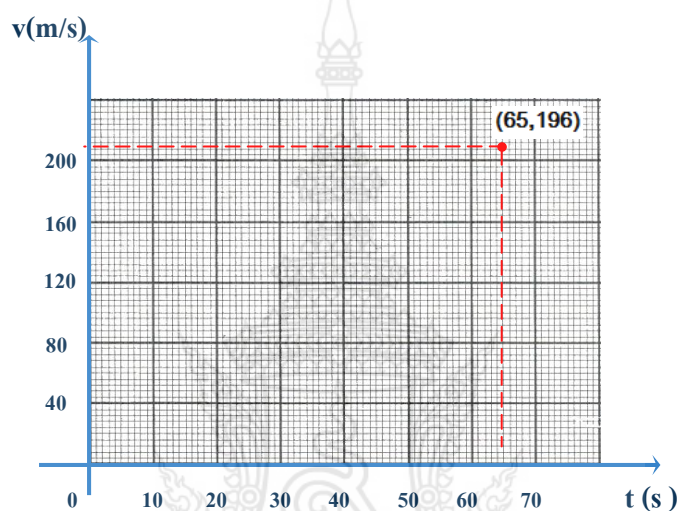
รูปที่ 2 การเขียนตัวเลขกำกับแกน

ทั้งนี้ค่าที่มากหรือน้อยเกินไปที่เขียนด้วยตัวเลขจำนวนมากจะทำให้การเขียนข้อมูลบนกระดาษกราฟไม่สะดวก และไม่สะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล ควรเขียนเป็นจำนวนเท่าของเลขสิบยกกำลังหรือใช้คำอุปสรรค



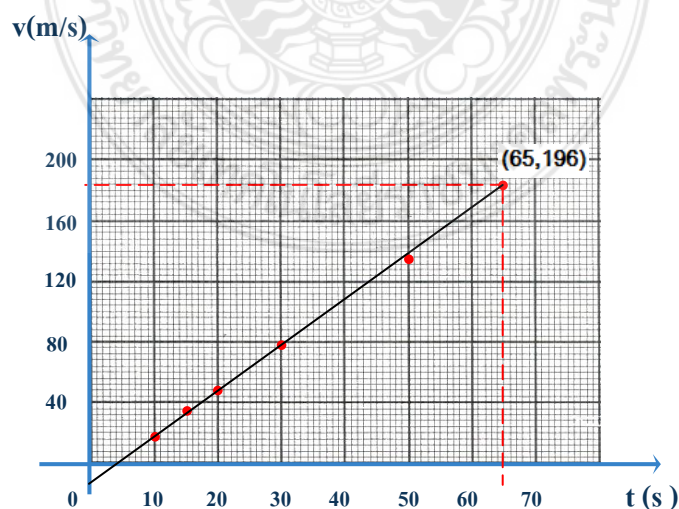
รูปที่ 3 การใช้คำอุปสรรคและตัวพหุคูณมาช่วยในการเขียนตัวเลขกำกับแกน

ตำแหน่งข้อมูล เขียนเครื่องหมายที่ชัดเจนแทนค่าปริมาณคู่ลำดับของข้อมูลผลการทดลองจากการทดลองลงบนกระดาษกราฟ เมื่อ 1 ช่องใหญ่ของกระดาษกราฟประกอบด้วยช่องย่อย จึงต้องคำนวณหาค่า 1 ช่องย่อยบนกระดาษกราฟว่ามีค่าเท่าไร เช่น จากข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของอนุภาคหนึ่ง ดังที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นที่เวลา 65 วินาที ซึ่งวัตถุมีความเร็ว 196 เมตรต่อวินาที จึงมีตำแหน่งข้อมูลบนแกน x เป็น 6 ช่องใหญ่(เนื่องจาก 1 ช่องใหญ่ต่อ 10 วินาที) กับ $\frac{5}{1} = 5$ ช่องเล็ก(เนื่องจาก 1 วินาทีต่อ 1 ช่องเล็ก) และความเร็ว 196 เมตรต่อวินาที จึงมีตำแหน่งบนแกน y เป็น 4 ช่องใหญ่(เนื่องจาก 1 ช่องใหญ่ต่อ 40 เมตรต่อวินาที) กับ $\frac{36}{4} = 9$ ช่องเล็ก(เนื่องจาก 4 เมตรต่อวินาที ต่อ 1 ช่องเล็ก)



รูปที่ 4 การลงตำแหน่งข้อมูล

เส้นกราฟความสัมพันธ์ เส้นกราฟความสัมพันธ์ที่เขียนขึ้นจะเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลการทดลอง การเขียนเส้นกราฟให้เขียนเป็นเส้นเรียบที่ผ่านหรือเข้าใกล้จุดต่างๆ มากที่สุด ที่ทำให้มีพื้นที่ส่วนที่อยู่เหนือเส้นกราฟกับส่วนที่อยู่ใต้เส้นกราฟประมาณเท่ากัน เพื่อให้ค่าแตกต่างของข้อมูลจากการทดลองมีค่าน้อยที่สุด



รูปที่ 5 การเขียนกราฟเส้นตรงแทนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

ถ้าใช้กระดาษกราฟแผ่นเดียวกันบนแกนอ้างอิงเดียวกันเขียนเส้นกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลมากกว่า 1 ชุด ต้องเขียนเครื่องหมายหรือสีเส้นกราฟต่างกัน และมีข้อความกำกับว่ากราฟแสดงความสัมพันธ์อะไร เช่น กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคลื่นกับความยาวคลื่นในเส้นเชือก เมื่อความถี่ต่างกัน

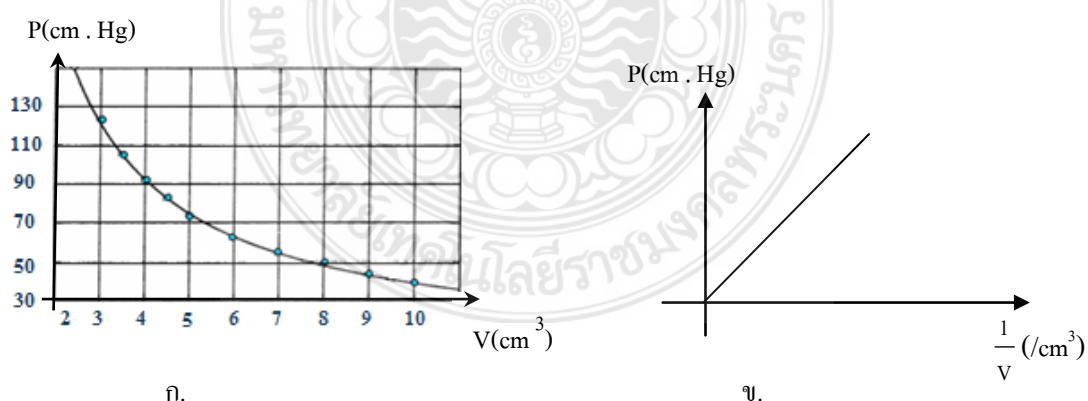
การแปลความหมายของกราฟ (Graphical Interpretation) เส้นกราฟความสัมพันธ์ที่เขียนจากผลการทดลอง จะบอกได้ว่าเมื่อปริมาณหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป อีกปริมาณหนึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยสังเกตจากลักษณะ (shape), ความชัน (slope) และจุดตัดแกนพิกัด (intercept)

การเขียนสมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นตรงและการเขียนสมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นโค้ง

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล มี 2 แบบ ดังนี้

1. ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear relationships)
2. ความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear relationships)

ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง การเขียนความสัมพันธ์แบบง่ายที่สุดคือแบบเชิงเส้นตรง มีลักษณะความสัมพันธ์ที่มีเครื่องหมายของข้อมูลอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันหมดหรือมีการกระจายตัวออกจากเส้นตรงบ้าง แต่ยังสามารถเขียนเส้นกราฟเป็นเส้นตรงแทนข้อมูลนั้นได้ เช่น กฎของบอยล์ กล่าวว่าความดันแก๊สที่มวลคงตัวก่อนหนึ่ง ณ อุณหภูมิคงตัว เป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาตร $P \propto \frac{1}{V}$ จะได้ $P = \frac{k}{V}$ ถ้าเขียนกราฟความสัมพันธ์บนกระดาษกราฟสเกลปกติระหว่างความดันกับปริมาตรจะได้กราฟเส้นโค้ง ซึ่งยากที่จะบอกความสัมพันธ์เป็นไปตามกฎของบอยล์หรือไม่ แต่ถ้าเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับส่วนกลับของปริมาตรก็จะได้กราฟเส้นตรงซึ่งบอกได้ว่าความสัมพันธ์นี้เป็นไปตามกฎของบอยล์



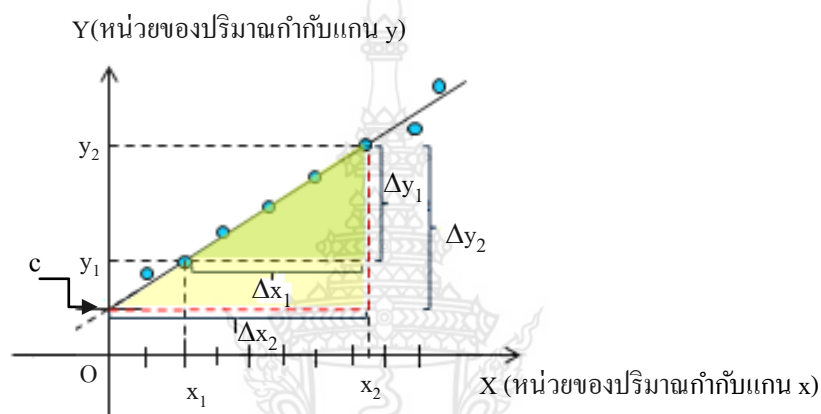
รูปที่ 6 การเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

- ก. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตร
- ข. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับส่วนกลับของปริมาตร

การเขียนกราฟความสัมพันธ์เป็นกราฟเส้นตรง ช่วยให้ผู้ทดลอง สามารถ

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างชัดเจน
2. ระบุค่าวัดจากการทดลองที่ผิดสังเกตจากค่าวัดอื่นๆ
3. ทำนายความเป็นไปได้ของตำแหน่งที่ไม่ได้ทำการทดลอง
4. แปลความหมายข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็ว

กราฟเส้นตรงจากกราฟที่ได้จะผ่านหรือไม่ผ่านจุดกำเนิด (origin) ก็ได้ เนื่องจากค่าความชันของกราฟเส้นตรงเป็นค่าคงตัว



รูปที่ 7 กราฟเส้นตรงพร้อมจุดตัดแกน y

ความสัมพันธ์เชิงเส้นจะอยู่ในรูปสมการ $Ax + By + C = 0$ โดยที่ A, B, C เป็นค่าคงตัว จึงได้

$y = -\left(\frac{Ax + C}{B}\right) = -\frac{A}{B}x - \frac{C}{B}$ โดยที่ A และ B ไม่เป็นศูนย์พร้อมกัน และสามารถจัดรูปเป็นสมการมาตรฐานคือ

$$y = mx + c$$

โดยที่ $m = -\frac{A}{B}$ และ $c = -\frac{C}{B}$

เมื่อ $y =$ ปริมาณตัวแปรกำกับแกน y
 $x =$ ปริมาณตัวแปรกำกับแกน x

$m =$ ความชันของเส้นกราฟ ($m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$)

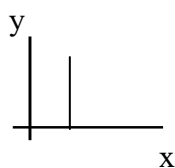
$c =$ ระยะจุดตัดแกน y

การหาค่าความชันเส้นกราฟสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่าง Δy และ Δx ซึ่งไม่ว่าจะเลือกข้อมูลจุดใด ๆ ได้ผลลัพธ์ตรงกัน

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y (\text{หน่วยของ } y)}{\Delta x (\text{หน่วยของ } x)} \quad ; \quad x_1 \neq x_2$$

หมายเหตุ ถ้าสเกลบนแกน x และแกน y เป็นค่าเดียวกันจะได้ $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan \theta$; $0 \leq \theta < \pi$ โดยที่

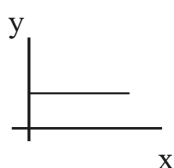
θ คือมุมที่วัดจากแกน x ทิศทวนเข็มนาฬิกาไปยังเส้นตรง



กราฟที่ไม่มีมีความชัน

$$(x_2 = x_1)$$

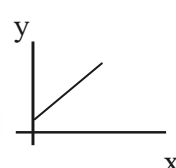
$$(m = \infty)$$



ความชันกราฟเป็นศูนย์

$$(y_2 = y_1)$$

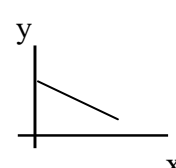
$$(m = 0)$$



ความชันกราฟเป็นบวก

$$(y_2 > y_1)$$

$$(m > 0)$$



ความชันกราฟเป็นลบ

$$(y_2 < y_1)$$

$$(m < 0)$$

รูปที่ 8 ความชันของกราฟเส้นตรง

ปริมาณที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ได้แก่

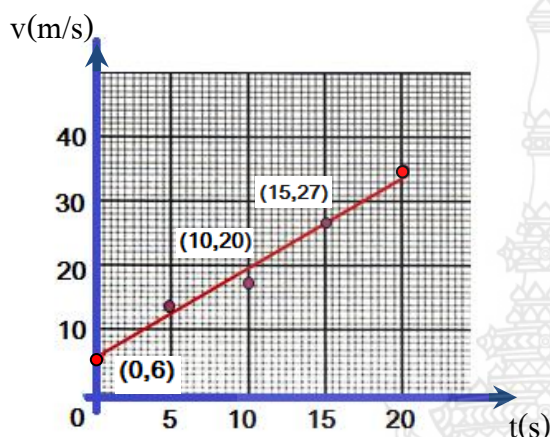
รูปสมการ	ความสัมพันธ์
$F = kx$	ระยะยืดหรือหดตัวของสปริง (x) ขึ้นอยู่กับความแข็งของสปริง (k) และแรงที่กระทำต่อสปริง (F) นั้น สปริงอันหนึ่งๆจะมีค่าความแข็งของสปริง k เป็นค่าคงตัว ดังนั้น x จึงเป็นตัวแปรตาม และ F เป็นตัวแปรอิสระ

สมการ	ค่าคงตัว	รูปสมการกราฟเส้นตรง $y = mx + c$	x	y	m	c
$F = kx$	k	$F = kx$	x	F	k	0

ตัวอย่าง จากกราฟวัดความเร็วอนุภาคหนึ่งทีเวลาใดๆ เพื่อตรวจสอบสมการ $v = u + at$ ได้ผลดังนี้

t (วินาที)	0	5	10	15	20
v (เมตร/วินาที)	6	14	18	27	35

แกนนอนเป็นตัวแปรอิสระซึ่งก็คือเวลา และแกนตั้งเป็นตัวแปรตามซึ่งก็คือความเร็วของการเคลื่อนที่



ความชันกราฟเส้นตรงระหว่างจุด 2 จุดใดๆ

มีค่าเท่ากัน เช่น

$$m_1 = \frac{27 - 20}{15 - 10} \frac{\text{m/s}}{\text{s}} = 1.4 \text{ m/s}^2$$

$$m_2 = \frac{27 - 6}{15 - 0} \frac{\text{m/s}}{\text{s}} = 1.4 \text{ m/s}^2$$

จากข้อมูลเขียนสมการเส้นตรงได้ดังนี้

$$v = 1.4t + 6$$

รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา

จากการวิเคราะห์สมการของกราฟเทียบกับสมการการเคลื่อนที่ $v = u + at$ จึงได้ว่าความชันเส้นกราฟหรือก็คือความเร่งของการเคลื่อนที่เท่ากับ 1.4 m/s^2 ซึ่งเป็นค่าคงที่ตลอดการเคลื่อนที่ และมีจุดตัดแกน y ที่ 6 m/s คือค่าของความเร็วต้นของการเคลื่อนที่

จากสมการทำให้ทำนายความเร็วอนุภาคที่เวลาใดๆ ได้ เช่น เมื่อเวลา $t = 4$ วินาที อนุภาคจะมีความเร็ว $v = (1.4 \text{ m/s}^2)(4 \text{ s}) + (6 \text{ m/s}) = 11.6 \text{ m/s}$ และถ้าเวลาผ่านไป 1 นาที จะมีความเร็วอนุภาคเป็น 90 m/s

ความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น บางการทดลองพบว่ากราฟที่เขียนบนกระดาษกราฟสเกลปกติมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง ทำให้ค่าความชันแต่ละจุดแตกต่างกันไป (ค่าความชันที่จุดใดๆ จะเท่ากับค่าความชันของเส้นสัมผัส ณ จุดนั้น)

ความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้ง มี 2 แบบ คือ

1. ความสัมพันธ์อาจเป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียล (exponential relationship)
2. ความสัมพันธ์แบบเลขชี้กำลัง (power-law relationship)

ความสัมพันธ์แบบเอกซ์โปเนนเชียล ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอยู่ในลักษณะแปรผกผันกัน

$$y = ce^{-nx}$$

e = ฐานของปริมาณลอการิทึมธรรมชาติ มีค่าประมาณ 2.718

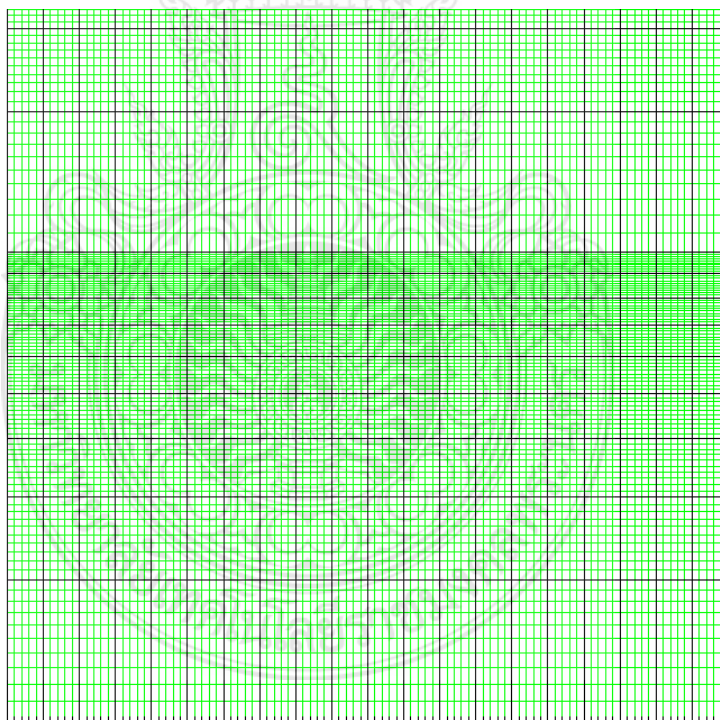
y = ตัวแปรตาม

x = ตัวแปรอิสระ

c และ n = ค่าคงที่

ความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ถ้านำค่าตัวแปรมาเขียนกราฟความสัมพันธ์บนกระดาษกราฟสเกลปกติระหว่างปริมาณของตัวแปรจะได้เป็นกราฟเส้นโค้ง ซึ่งยากต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ดังนั้นต้องจัดรูปสมการเพื่อทำให้เป็นกราฟเส้นตรงเพื่อให้สามารถใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ง่าย หรืออาจนำค่าตัวแปรมาเขียนกราฟความสัมพันธ์บนกระดาษกราฟชนิดเซมิ-ล็อก (semi-logarithmic paper) จะทำให้ได้กราฟแทนความสัมพันธ์เป็นกราฟเส้นตรงเช่นกัน

กระดาษกราฟเซมิล็อก มีลักษณะคือ แกน x จะเป็นสเกลปกติ แต่แกน y จะเป็นสเกลล็อก ดังนั้นที่จุดตัดแกน ค่าเริ่มต้นบนแกน x เป็น 0 และบนแกน y เป็น 1 เนื่องจาก $\log 1 = 0$



รูปที่ 10 กระดาษกราฟเซมิล็อก

ความสัมพันธ์ในรูปเลขชี้กำลัง ความสัมพันธ์แบบนี้มีลักษณะแปรตามกัน มีรูปสมการความสัมพันธ์เป็นดังนี้

$$y = Ax^n$$

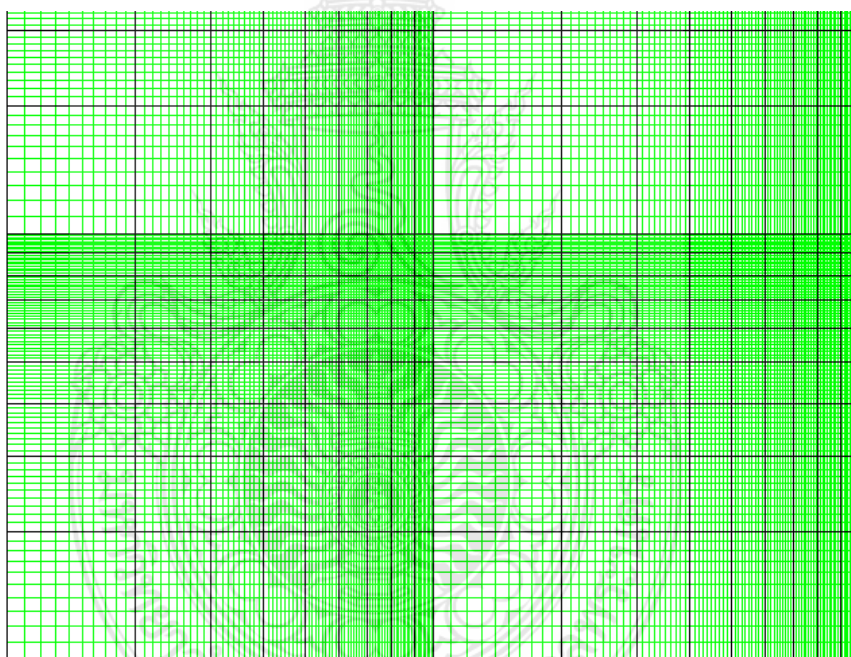
เมื่อ $y =$ ตัวแปรตาม

$x =$ ตัวแปรอิสระ

$A, n =$ จำนวนจริงใดๆ ที่เป็นค่าคงตัว

ความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ถ้านำค่าตัวแปรมาเขียนกราฟความสัมพันธ์บนกระดาษกราฟสเกลปกติระหว่างปริมาณของตัวแปรจะได้เป็นกราฟเส้นโค้ง ซึ่งยากต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ดังนั้นต้องจัดรูปสมการเพื่อทำให้เป็นกราฟเส้นตรงเพื่อให้สามารถใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ง่าย หรืออาจนำค่าตัวแปรมาเขียนกราฟความสัมพันธ์บนกระดาษกราฟล็อก-ล็อก (logarithmic paper) จะทำให้ได้กราฟแทนความสัมพันธ์เป็นกราฟเส้นตรงเช่นกัน

กระดาษกราฟล็อก - ล็อก มีลักษณะคือ แกน x และแกน y เป็นสเกลล็อกทั้งคู่ และมีจุดตัดแกนทั้งสองเริ่มต้นเป็น 1 เนื่องจาก $\log 1 = 0$ ดังรูป



รูปที่ 11 กระดาษกราฟล็อก - ล็อก

การจัดรูปสมการคณิตศาสตร์ให้เป็นสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

การจัดรูปสมการความสัมพันธ์แบบเอกซ์โปเนนเชียลให้เป็นสมการเส้นตรง มี 2 แบบ คือ

1. จัดรูปสมการเป็นสมการลอการิทึมฐานธรรมชาติ
2. จัดรูปสมการเป็นสมการลอการิทึมฐานสิบ

การจัดรูปสมการความสัมพันธ์แบบเลขชี้กำลังให้เป็นสมการเส้นตรง มี 2 แบบ คือ

1. จัดรูปสมการให้เป็นสมการตัวแปรกำลังหนึ่ง
2. จัดรูปสมการเป็นสมการลอการิทึมฐานสิบ

การจัดรูปสมการความสัมพันธ์แบบเอกซ์โปเนนเชียลให้เป็นสมการเส้นตรง โดยการ จัดรูปสมการเป็นสมการลอการิทึมฐานธรรมชาติ ดังนี้

$$\text{เมื่อ } y = ce^{nx} \text{ จะได้ } \ln y = \ln ce^{nx} = \ln c + \ln e^{nx} = \ln c + nx$$

สมการนี้จะคล้ายกับสมการกราฟเส้นตรง $y' = m'x' + c'$ คือ $y' = \ln y$, $x' = x$ และ $c' = \ln c$

$$\text{โดยมีความชันเส้นกราฟ คือ } m' = \frac{\ln y_2 - \ln y_1}{x_2 - x_1} = n$$

เมื่อเขียนกราฟระหว่าง $\ln y$ กับ x จะได้เป็นกราฟเส้นตรง

การจัดรูปสมการความสัมพันธ์แบบเอกซ์โปเนนเชียลให้เป็นสมการเส้นตรง โดยการ จัดรูปสมการเป็นสมการลอการิทึมฐานสิบ ดังนี้

$$\text{เมื่อ } y = ce^{nx} \text{ จะได้ } \log y = \log ce^{nx} = \log c + \log e^{nx} = \log c + nx \log e = \log c + 0.434nx$$

สมการนี้จะคล้ายกับสมการกราฟเส้นตรง $y' = m'x' + c'$ คือ $y' = \log y$, $x' = x$ และ $c' = \log c$

$$\text{โดยมีความชันเส้นกราฟ คือ } m' = \frac{\log y_2 - \log y_1}{x_2 - x_1} = 0.434n$$

เมื่อเขียนกราฟระหว่าง $\log y$ กับ x จะได้เป็นกราฟเส้นตรง

ปริมาณที่มีความสัมพันธ์แบบเอกซ์โปเนนเชียล เช่น

รูปสมการ	ความสัมพันธ์
$V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$	ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานของตัวเก็บประจุ (V) ขึ้นอยู่กับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเริ่มต้น (V_0) เวลาที่ใช้ในการอัดประจุ (t) ค่าความต้านทานไฟฟ้า (R) และค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ ตัวเก็บประจุตัวหนึ่ง จะมีค่าความต้านทานไฟฟ้า R และความจุไฟฟ้า C เป็นค่าคงตัว และถ้าให้ V_0 เป็นค่าคงตัว ดังนั้นจึงได้ V เป็นตัวแปรตาม และ t เป็นตัวแปรอิสระ

สมการ	การจัดรูปสมการเส้นตรง	x'	y'	m'	c'
$V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$	$\ln V = \ln V_0 - \frac{t}{RC}$	t	$\ln V$	$-\frac{1}{RC}$	$\ln V_0$

แม้วิธีนี้จะวิเคราะห์ผลได้ง่ายแต่ก็มีความยุ่งยากที่ต้องนำค่าที่วัดได้ไปหาค่า $\ln y$ ก่อนเสมอ ดังนั้นเพื่อให้สะดวกและรวดเร็วต่อการวิเคราะห์ผลจึงมีการสร้างกระดาษกราฟมีแบบสเกลแนวแกน y เป็นแบบฟังก์ชันลอการิทึม ในขณะที่แกน x เป็นสเกลปกติ เรียกกระดาษกราฟแบบนี้ว่ากระดาษกราฟเซมิ-ล็อก การใช้กระดาษกราฟแบบนี้จะได้กราฟความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

การจัดรูปสมการความสัมพันธ์แบบเลขชี้กำลังให้เป็นสมการเส้นตรง โดยการ จัดรูปสมการให้เป็นสมการตัวแปรกำลังหนึ่ง ดังนี้

$$\text{เมื่อ } y = Ax^n \quad \text{ให้ } x^n = z \quad \text{จะได้ } y = Az$$

สมการนี้จะคล้ายกับสมการกราฟเส้นตรง $y' = m'x' + c'$ คือ $y' = y$, $x' = x^n = z$ และ $c' = 0$ โดยมีความชันเส้นกราฟ คือ $m' = A$

เมื่อเขียนกราฟระหว่าง y กับ x^n จะได้เป็นกราฟเส้นตรง

การจัดรูปสมการความสัมพันธ์แบบเลขชี้กำลังให้เป็นสมการเส้นตรง โดยการ จัดรูปสมการให้เป็นสมการลอการิทึมฐานสิบ ดังนี้

$$\text{เมื่อ } y = Ax^n \quad \text{จะได้ } \log y = \log(Ax^n) = \log A + n \log x$$

สมการนี้จะคล้ายกับสมการกราฟเส้นตรง $y' = m'x' + c'$ คือ $y' = \log y$, $x' = \log x$ และ $c' = \log A$

$$\text{โดยมีความชันเส้นกราฟ คือ } m' = \frac{\log y_2 - \log y_1}{\log x_2 - \log x_1} = n$$

เมื่อเขียนกราฟระหว่าง $\log y$ กับ $\log x$ จะได้เป็นกราฟเส้นตรง

ปริมาณที่มีความสัมพันธ์แบบเลขชี้กำลัง ได้แก่

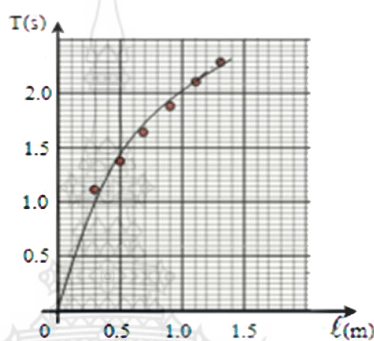
$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	คาบการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา(T) ขึ้นอยู่กับความยาวเส้นเชือก (l) และความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วง(g) ถ้าทำการทดลองแกว่งของลูกตุ้ม ณ พื้นที่หนึ่งจะได้ค่า g เป็นค่าคงตัว ดังนั้นจึงได้ T เป็นตัวแปรตาม และ l เป็นตัวแปรต้น แต่ถ้าทำการทดลอง ณ พื้นที่ต่างกัน ค่า g จะไม่เท่ากัน ต้องให้ l เป็นค่าคงตัว ดังนั้นจึงได้ T เป็นตัวแปรตาม และ g เป็นตัวแปรอิสระ
-------------------------------	--

สมการ	ค่าคงตัว	การจัดรูปสมการเส้นตรง	x'	y'	m'	c'
$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	g	$T^2 = 4\pi^2 \left(\frac{l}{g}\right)$ $\log T = \log \frac{2\pi}{\sqrt{g}} + \frac{1}{2} \log l$	l	T^2	$\frac{4\pi^2}{g}$	0
			$\log l$	$\log T$	$\frac{1}{2}$	$\log \frac{2\pi}{\sqrt{g}}$

ตัวอย่าง เมื่อทดลองแกว่งลูกตุ้มนาฬิกา ณ บริเวณแห่งหนึ่ง โดยให้ความยาวเชือกในการทดลองมีค่าแตกต่างกัน พบว่าคาบการแกว่งของลูกตุ้มมีค่าต่างกัน ดังตาราง จงหา คาบการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา เมื่อเส้นเชือกยาว 60 เซนติเมตร และหาค่าความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วงของโลก ณ บริเวณพื้นที่ที่ทำการทดลอง

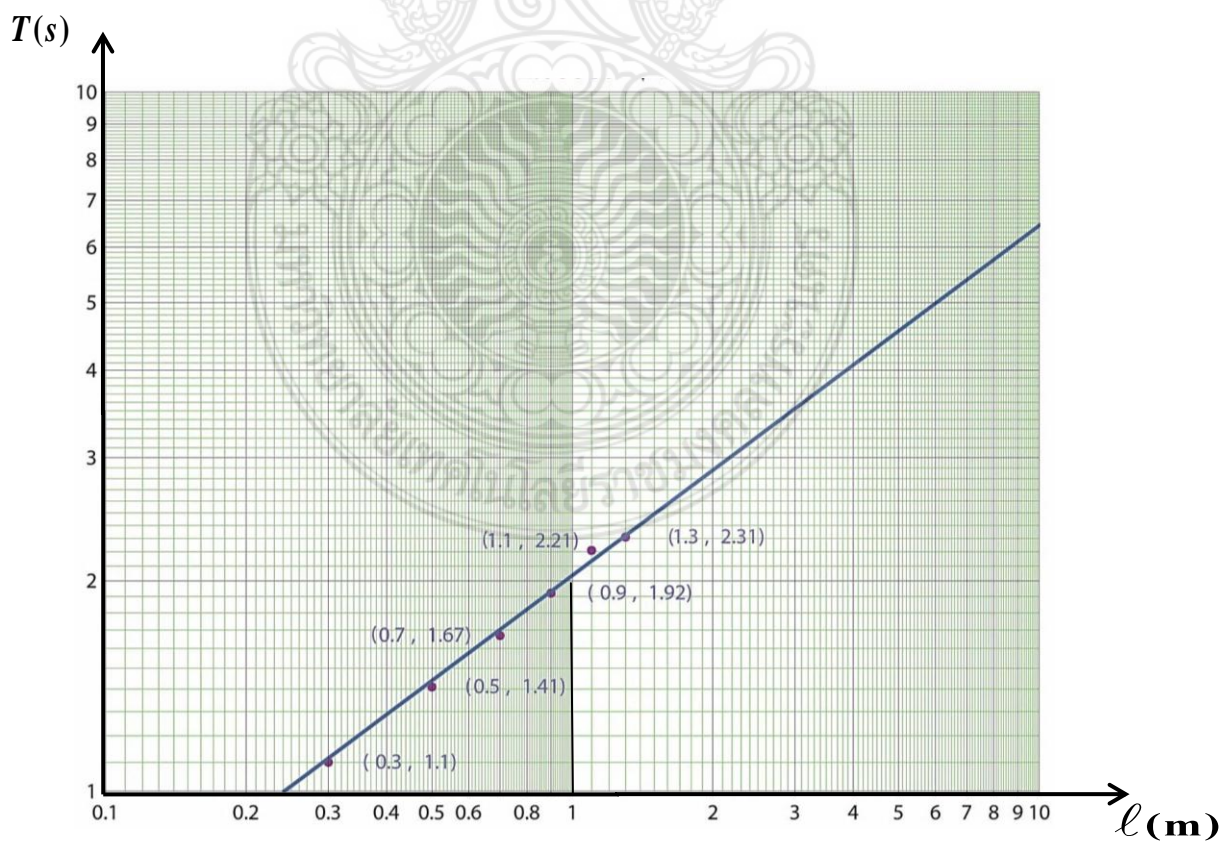
l (m)	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30
T (s)	1.10	1.41	1.67	1.92	2.12	2.31

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งกับความยาวเส้นเชือก จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งกับความยาวเส้นเชือกเมื่อใช้กระดาษกราฟสเกลปกติ

ถ้าใช้กระดาษกราฟล็อก-ล็อก เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งกับความยาวเส้นเชือกได้ดังรูป

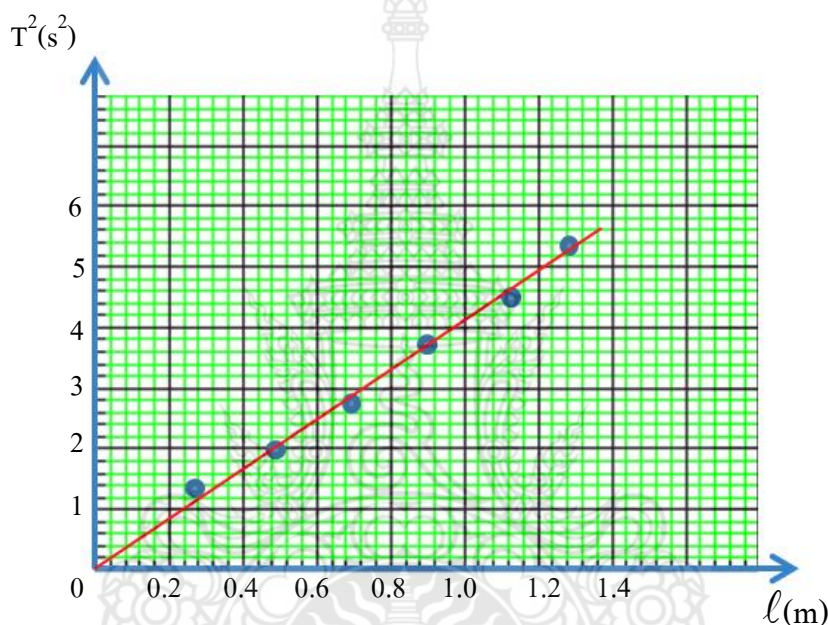


รูปที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งกับความยาวเส้นเชือกเมื่อใช้กระดาษกราฟเขมิล็อก

วิธีที่ 1 เมื่อจัดรูปสมการให้เป็นกราฟเส้นตรง ได้ว่า $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \ell$

เมื่อ $y = T^2$, $x = \ell$ จะได้ $m = \frac{4\pi^2}{g}$ และ $c = 0$

ℓ (m)	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30
T^2 (s ²)	1.21	1.99	2.79	3.69	4.50	5.34



รูปที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งกำลังสองกับความยาวเส้นเชือกเมื่อใช้กระดาษกราฟสเกลปกติ

ระยะตัดแกน $y = 0$

$$\text{ความชันเส้นกราฟ} \quad m = \frac{\Delta T^2}{\Delta \ell} = \frac{4.1 - 0}{1.0 - 0} = 4.1 \text{ s}^2/\text{m}$$

สมการกราฟเส้นตรง จาก $y = mx + c$ จะได้ $T^2 = 4.1\ell$

ถ้าเส้นเชือกที่ใช้ในการทดลองยาว 60 cm จะมีคาบการแกว่งดังนี้

$$T^2 = 4.1\ell = 4.1(0.6) = 2.46 \text{ s}^2$$

$$T = \sqrt{2.46} = 1.57 \text{ s}$$

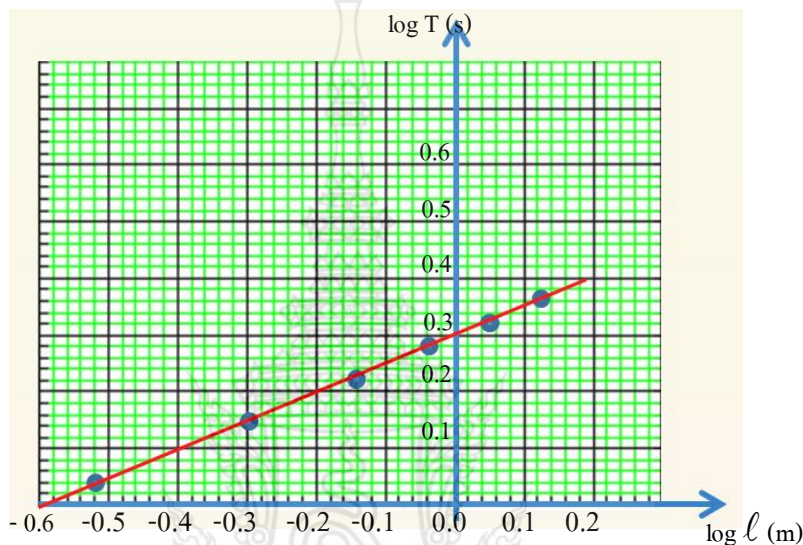
ความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วงของโลก ณ บริเวณที่ทำการทดลอง มีค่าดังนี้

$$\text{จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งกับความยาวเส้นเชือก} \quad T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \ell \quad \text{ดังนั้น} \quad g = \frac{4\pi^2}{T^2} \ell$$

$$\text{เมื่อ ความชันเส้นกราฟ} \quad m = \frac{\Delta T^2}{\Delta \ell} \quad \text{จึงได้} \quad g = \frac{4\pi^2}{\text{ความชันกราฟ}} = \frac{4\pi^2}{4.1} = 9.63 \text{ m/s}^2 \cong 9.6 \text{ m/s}^2$$

วิธีที่ 2 เมื่อจัดรูปสมการให้เป็นกราฟเส้นตรง ได้ว่า $\log T = \log \frac{2\pi}{\sqrt{g}} + \frac{1}{2} \log \ell$

ℓ (m)	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30
T (s)	1.10	1.41	1.67	1.92	2.12	2.31
$\log \ell$ (m)	-0.53	-0.30	-0.15	-0.04	0.04	0.11
$\log T$ (s)	0.04	0.15	0.22	0.28	0.33	0.36



รูปที่ 15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งกับความยาวเส้นเชือกเมื่อใช้กระดาษกราฟสเกลปกติ

ระยะตัดแกน y , $c = 0.31$ s

$$\text{ความชันเส้นกราฟ} \quad m = \frac{\log T_2 - \log T_1}{\log \ell_2 - \log \ell_1} = \frac{0.15 - 0.00}{-0.30 - (-0.60)} = 0.50 \text{ s/m}$$

สมการกราฟเส้นตรง จาก $y = mx + c$ จะได้ $\log T = 0.50 \log \ell + 0.31$

ถ้าเส้นเชือกที่ใช้ในการทดลองยาว 60 cm จะมีคาบการแกว่งดังนี้

$$\log T = 0.50 \log \ell + 0.31 = 0.50 \log(0.6) + 0.31 = 0.199$$

$$T = 10^{0.199} = 1.58 \text{ s}$$

ความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วงของโลก ณ บริเวณที่ทำการทดลอง มีค่าดังนี้

จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งกับความยาวเส้นเชือก $c = \log \frac{2\pi}{\sqrt{g}}$ และจากกราฟการทดลองได้ $c = 0.31$

$$\text{ดังนั้น} \quad c = \log \frac{2\pi}{\sqrt{g}} = 0.31 \quad \text{จึงได้} \quad \log 2\pi - \log \sqrt{g} = 0.31$$

$$\log \sqrt{g} = \log 2\pi - 0.31 = 0.80 - 0.31 = 0.49$$

$$\log g = 2(0.49) = 0.98$$

$$g = 10^{0.98} = 9.55 \text{ m/s}^2 \cong 9.6 \text{ m/s}^2$$

แบบฝึกทักษะการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ

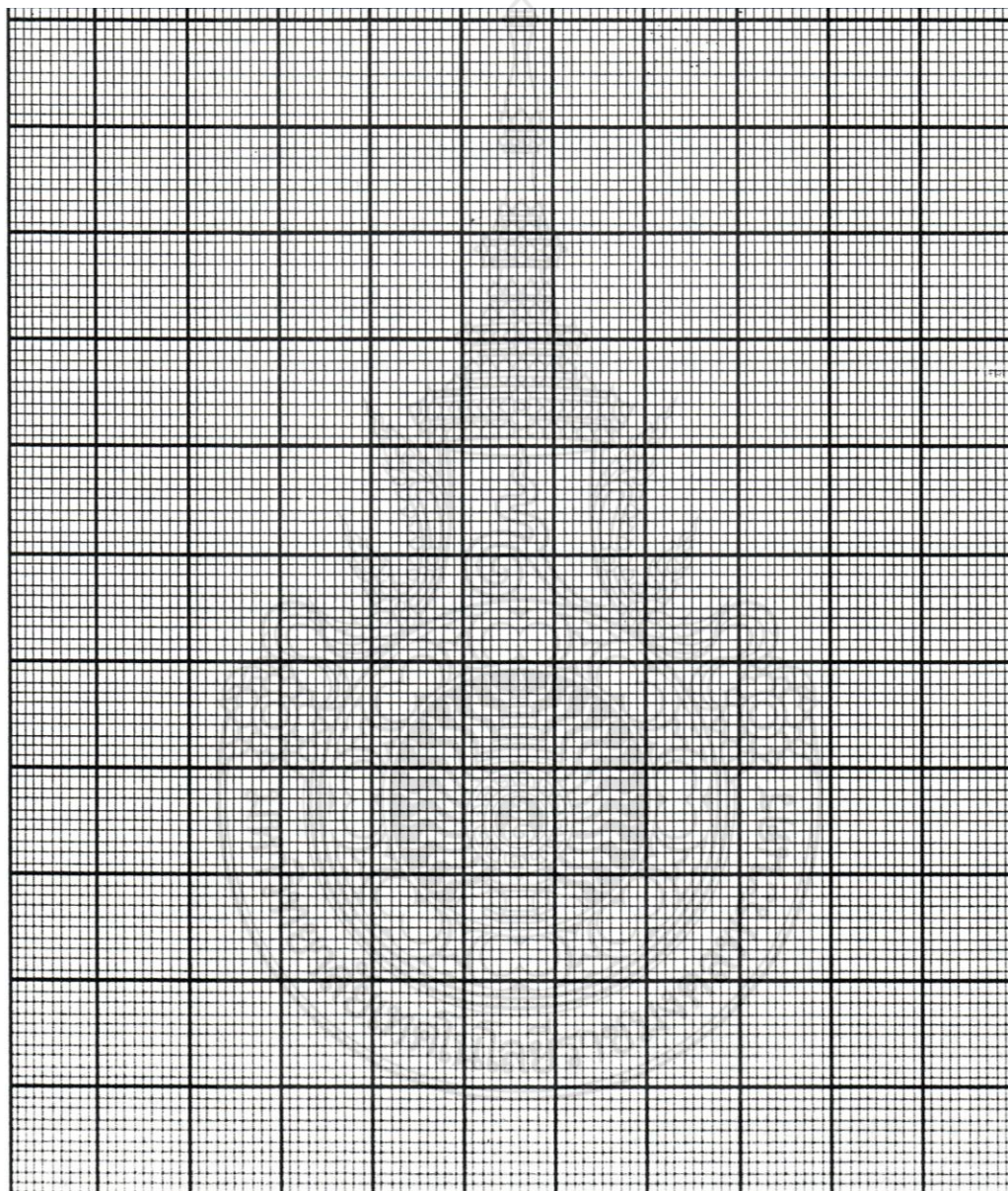
ตอนที่ 1 การจัดรูปสมการให้เป็นรูปสมการความชันเชิงเส้นตรงเมื่อใช้กระดาษกราฟปกติ

สมการ	ค่าคง ตัว	การจัดรูป ($y = mx + c$)	x	y	m	c	กราฟ
$Q = mc\Delta t$	c	.....	.....	.....	.....	.....
$T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$	k	.....	.....	.....	.....	.....
	m	.....	.....	.....	.....	.....
$v^2 = u^2 + 2as$	u, a	.....	.....	.....	.....	.....
$R = \sigma T^4$	σ	.....	.....	.....	.....	.....
$N = N_0 e^{-\lambda t}$	N_0, λ	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 การเขียนกราฟและสมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นตรง

จากการทดลองนำสปริงอันหนึ่งมาแขวนค้ำน้ำหนักที่ปลายสปริงแล้ววัดระยะที่สปริงยืดออกเป็นเซนติเมตร เมื่อแขวนด้วยน้ำหนักต่างๆกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

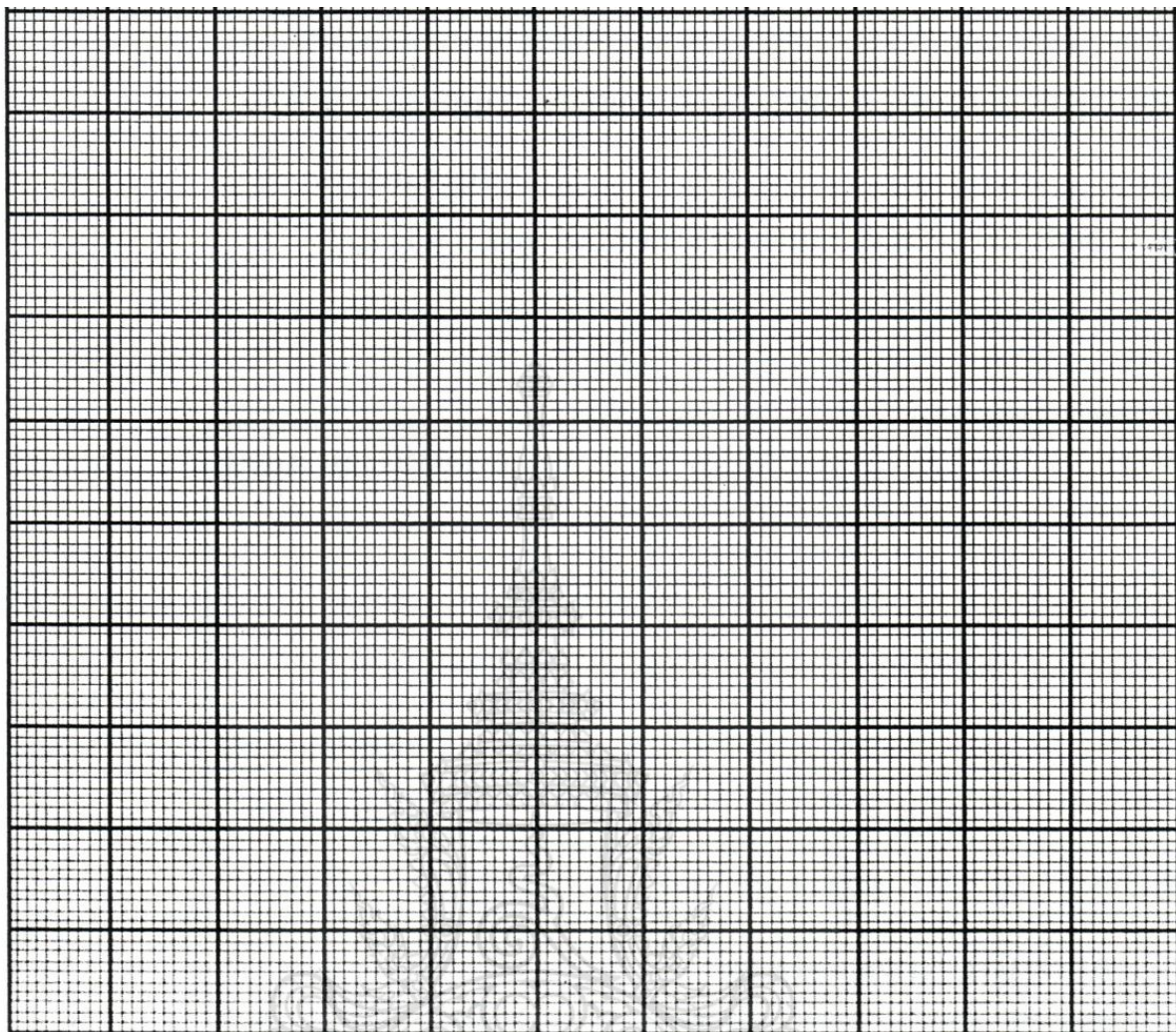
F (N)	3.00	5.00	8.00	11.00	13.50	16.00
x (cm)	1.51	2.50	3.95	5.50	6.74	8.00



ระยะตัดแกน $y = \dots\dots\dots$

ความชันเส้นกราฟ $m = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

$= \dots\dots\dots$



ระยะตัดแกน $y = \dots\dots\dots$

ความชันเส้นกราฟ $m = \dots\dots\dots$

$= \dots\dots\dots$

$= \dots\dots\dots$

สมการคณิตศาสตร์แทนความสัมพันธ์

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

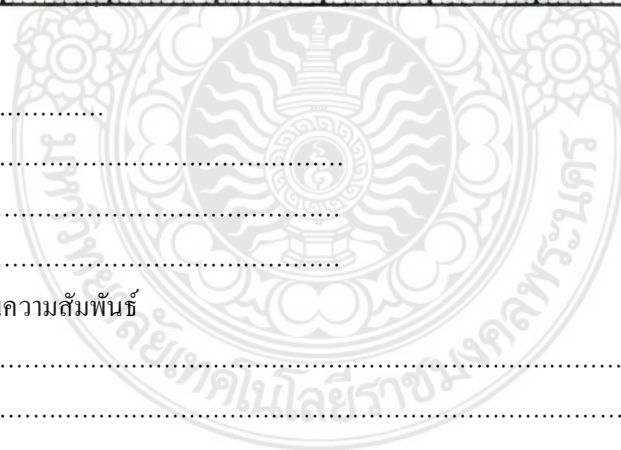
ความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วงของโลก ณ บริเวณที่ทำการทดลองมีค่าคงตัวกี่เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$


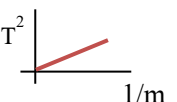
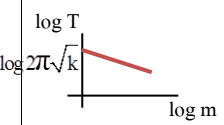
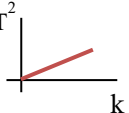
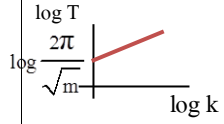

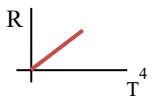
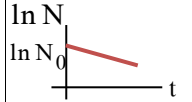
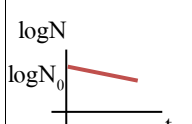
เมื่อเวลาผ่านไป 6.0 วินาที วัตถุจะตกลงมาเป็นระยะทางกี่เมตร

$\dots\dots\dots$



เฉลยแบบฝึกทักษะการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ

ตอนที่ 1 การจัดรูปสมการให้เป็นรูปสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง เมื่อใช้กระดาษกราฟสเกลปกติ

สมการ	ค่าคง ตัว	การจัดรูป ($y = mx + c$)	x	y	m	c	รูปกราฟ
$Q = mc\Delta t$	c	$Q = mc\Delta t$	t	Q	mc	0	
$T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$	k	$T^2 = 4\pi^2 \frac{k}{m}$	$\frac{1}{m}$	T^2	$4\pi^2 k$	0	
		$\log T = \log 2\pi\sqrt{k} - \frac{1}{2}\log m$	log m	log T	$-\frac{1}{2}$	$\log 2\pi\sqrt{k}$	
	m	$T^2 = 4\pi^2 \frac{k}{m}$	k	T^2	$\frac{4\pi^2}{m}$	0	
		$\log T = \log \frac{2\pi}{\sqrt{m}} + \frac{1}{2}\log k$	log k	log T	$\frac{1}{2}$	$\log \frac{2\pi}{\sqrt{m}}$	
$v^2 = u^2 + 2as$	u, a	$v^2 = u^2 + 2as$	s	v^2	2a	u^2	
$R = \sigma T^4$	-	$R = \sigma T^4$	T^4	R	σ	0	
$N = N_0 e^{-\lambda t}$	N_0, λ	$\ln N = \ln N_0 - \lambda t$	t	ln N	$-\lambda$	$\ln N_0$	
		$\log N = \log N_0 - 0.434\lambda t$	t	log N	-0.434λ	$\log N_0$	

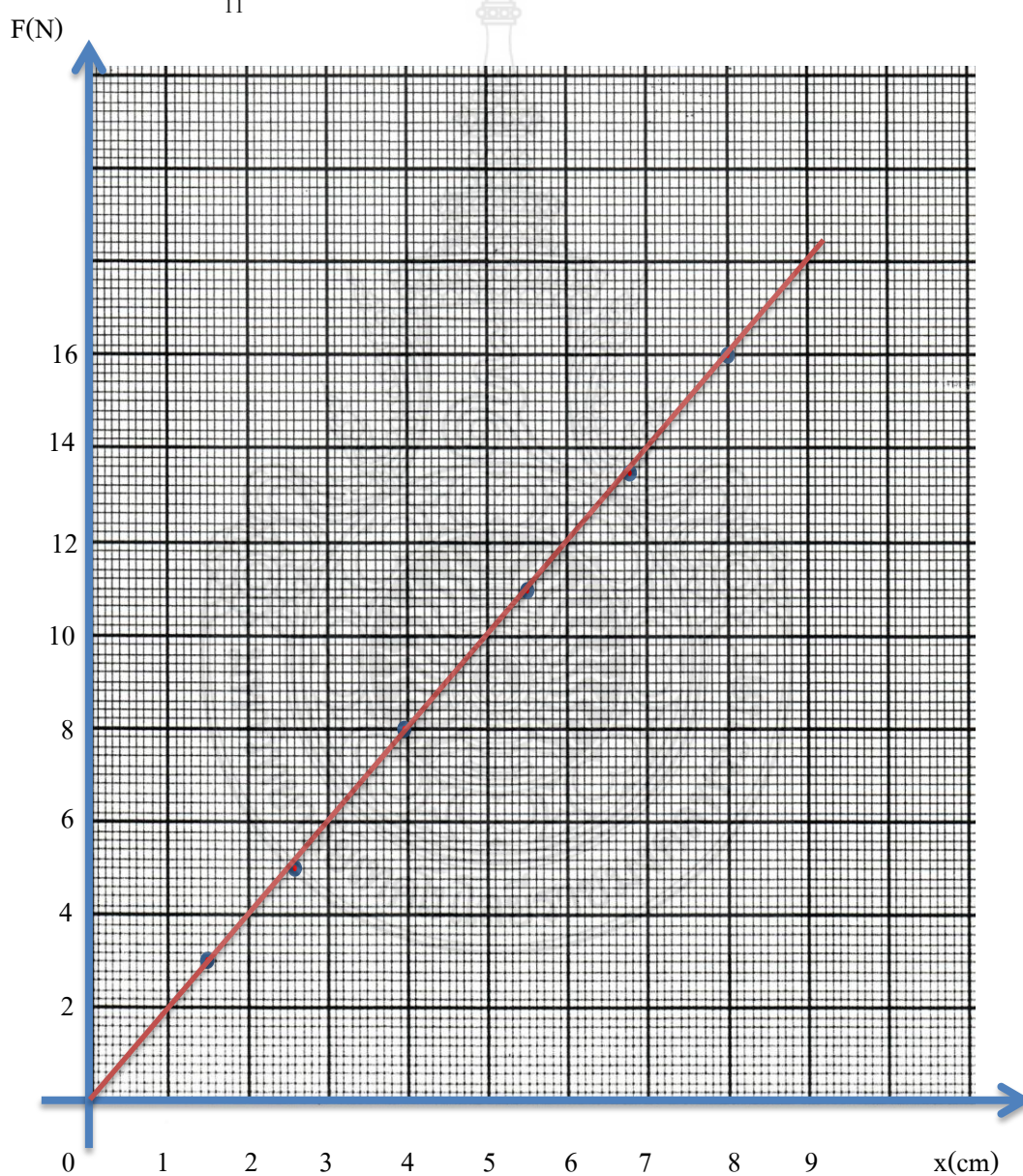
ตอนที่ 2 การเขียนกราฟและสมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นตรง

จากการทดลองนำสปริงอันหนึ่งมาแขวนตุ้มน้ำหนักที่ปลายสปริงแล้ววัดระยะที่สปริงยืดออกเป็นเซนติเมตร เมื่อแขวนด้วยน้ำหนักต่างๆกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

F (N)	3.00	5.00	8.00	11.00	13.50	16.00
x (cm)	1.51	2.50	3.95	5.50	6.74	8.00

มาตราส่วนกำกับแกน x = $\frac{8}{11} \Rightarrow$ 1 ตัวเลขกำกับแกนจึงเป็น 1 ช่องใหญ่ เท่ากับ 1

มาตราส่วนกำกับแกน y = $\frac{16}{11} \Rightarrow$ 1 ตัวเลขกำกับแกนจึงเป็น 1 ช่องใหญ่ เท่ากับ 2



ระยะตัดแกน $y = 0$

$$\text{ความชันเส้นกราฟ } m = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{16.00 - 5.00}{8.00 - 2.50} = 2.00 \text{ N/cm} = \frac{2}{10^{-2}} \text{ N/m} = 200 \text{ N/m}$$

สมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นตรง เป็น $y = mx + c$

$$F = mx + c = 200x$$

จากการทดลองแสดงว่าสปริงมีค่าคงตัว = 200 N/m ซึ่งทราบได้จาก ค่าความชันของเส้นกราฟ

ถ้าใช้น้ำหนัก $F = 2.4$ นิวตัน แขนงที่ปลายสปริง จะทำให้สปริงยืดออกกี่เซนติเมตร

$$F = 200x$$

$$x = \frac{200}{F} = \frac{200}{2.4} = 0.012 \text{ m} = 1.2 \text{ cm}$$

ตอนที่ 3 การเขียนกราฟเส้นตรงจากความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงเส้น

เมื่อทำการทดลองปล่อยให้วัตถุตกอย่างอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ณ ห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่ง ได้ผลการทดลองดังนี้

h (m)	0	4.80	19.30	43.20	76.60
t (s)	0	1.00	2.00	3.00	4.00

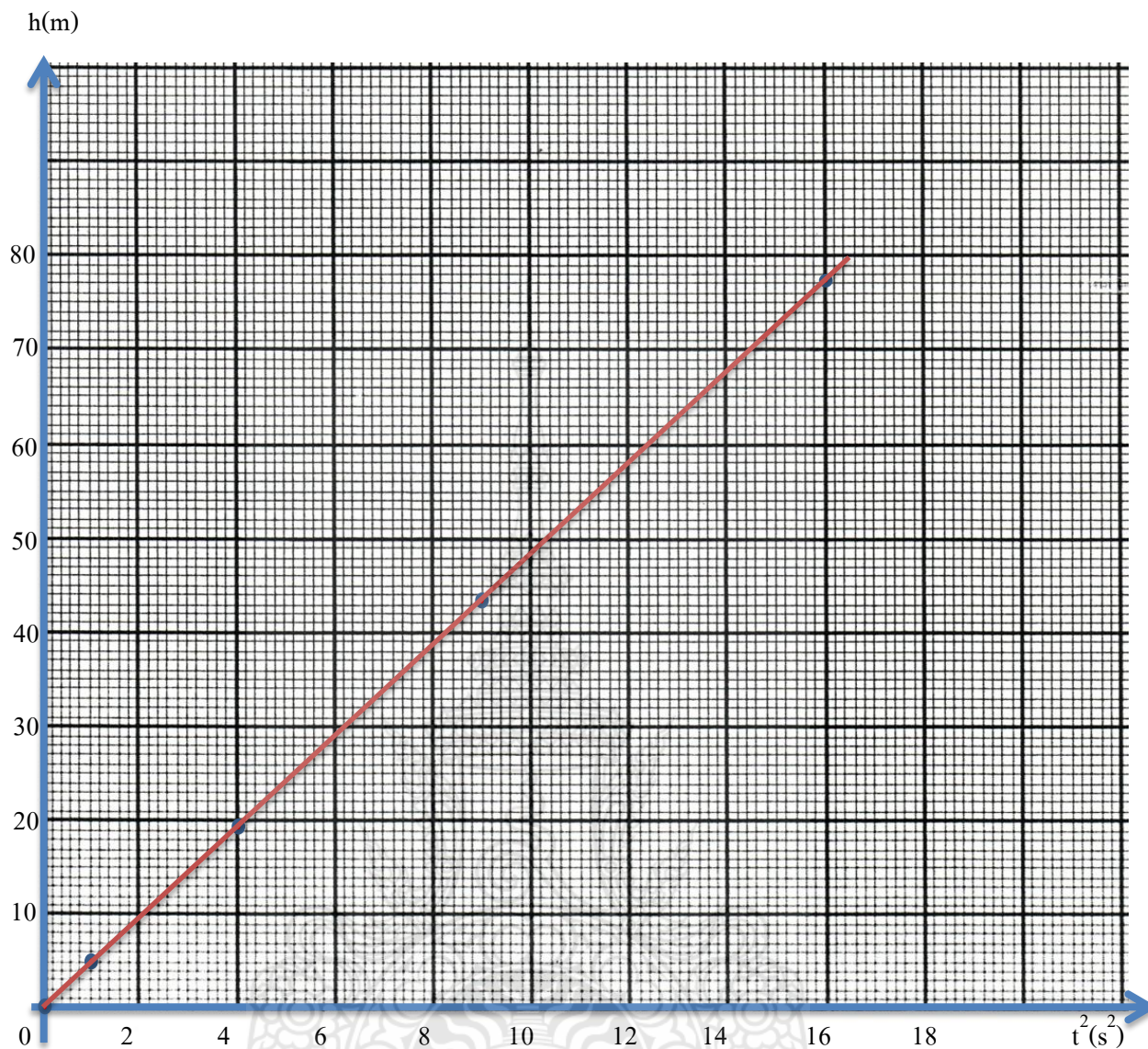
เนื่องจากโจทย์บอกว่าทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งแสดงว่า ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก g เป็นค่าคงตัว

สมการ	ค่าคงตัว	การจัดรูปสมการ ($y = mx + c$)	x	y	m	c
$h = \frac{1}{2}gt^2$	g	$h = \frac{1}{2}gt^2$	t^2	h	$\frac{1}{2}g$	0

h(m)	0	4.80	19.30	43.20	76.60
t(s)	0	1.00	2.00	3.00	4.00
$t^2(s^2)$	0	1.00	4.00	9.00	16.00

มาตราส่วนกำกับแกน $x = \frac{16}{11} \Rightarrow 1$ ตัวเลขกำกับแกนจึงเป็น 1 ช่องใหญ่ เท่ากับ 2

มาตราส่วนกำกับแกน $y = \frac{76.6}{11} \Rightarrow 6$ ตัวเลขกำกับแกนจึงเป็น 1 ช่องใหญ่ เท่ากับ 10



ระยะตัดแกน $y = 0$

$$\text{ความชันเส้นกราฟ } m = \frac{\Delta h}{\Delta t^2} = \frac{76.6 - 0}{16 - 0} \frac{(\text{m})}{(\text{s}^2)} = 4.7875 \text{ m/s}^2$$

สมการคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นตรง เป็น $y = mx + c$

สมการคณิตศาสตร์แทนความสัมพันธ์

$$h = mt^2 + ch = 4.7875t^2$$

ความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วงของโลก ณ บริเวณที่ทำการทดลองมีค่าคงตัวที่เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

จากสมการ $h = \frac{1}{2}gt^2$ และสมการ $h = 4.7875t^2$ จึงได้

$$\frac{g}{2} = 4.7875 \text{ m/s}^2$$

$$g = 2(4.7875) = 9.576 \text{ m/s}^2 \cong 9.6 \text{ m/s}^2$$

เมื่อเวลาผ่านไป 6.0 วินาที วัตถุจะตกลงมาเป็นระยะทาง ดังนี้

$$h = 4.7875t^2 = 4.7875(6.0)^2 = 172.35 \text{ m}$$

แบบทดสอบการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ

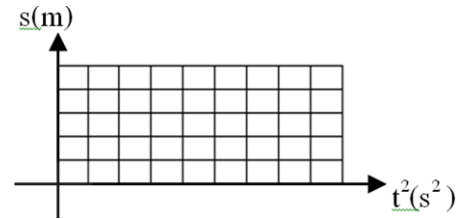
1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P ความหนาแน่นของของไหล ρ ความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วง g และระดับความลึกของของไหล h โดยพิจารณาจากสมการ $P = \rho gh$ ถ้าทำการทดลองวัดความดันของของไหล ณ สถานที่แห่งหนึ่ง โดยใช้ของไหลต่างชนิดกัน ในการทดลองนี้ต้องวัดความดันที่ระดับความลึกเท่ากันหรือต่างกันเพราะเหตุใด
 - ก. เท่ากัน เนื่องจากมี ρ เป็นตัวแปรอิสระ
 - ข. เท่ากัน เนื่องจากมี g เป็นตัวแปรอิสระ
 - ค. ต่างกัน เนื่องจากมี h เป็นตัวแปรอิสระ
 - ง. ต่างกัน เนื่องจากมี P เป็นตัวแปรอิสระ

2. จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่ง T กับความยาวเชือก L และความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วงของโลก g ตามสมการ $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ถ้าทำการทดลอง ณ บริเวณพื้นที่แห่งหนึ่ง ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามของการทดลองคือปริมาณใดตามลำดับ
 - ก. T , L
 - ข. L , T
 - ค. T , g
 - ง. g , L

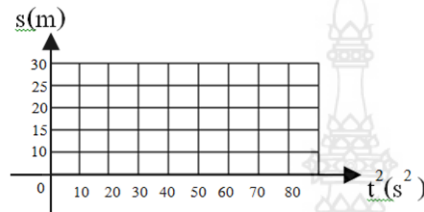
3. จากสมการการเคลื่อนที่ $v^2 = u^2 + 2as$ ถ้าทำการทดลองให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว a แล้ววัดความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง v ที่ตำแหน่งการกระจัด s ต่างๆ กัน แสดงว่าปริมาณ a และ s เป็นปริมาณตามข้อใด
 - ก. a เป็นตัวแปรตาม , s เป็นตัวแปรที่ถูกควบคุม
 - ข. a เป็นตัวแปรอิสระ , s เป็นตัวแปรที่ถูกควบคุม
 - ค. a เป็นตัวแปรที่ถูกควบคุม , s เป็นตัวแปรตาม
 - ง. a เป็นตัวแปรที่ถูกควบคุม , s เป็นตัวแปรอิสระ

6. จากข้อมูลการทดลองดังตารางและกระดาษกราฟที่กำหนดให้ ข้อใดเขียนตัวเลขกำกับแกนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกระจัด s กับกำลังสองของเวลา t^2 บนกระดาษกราฟสเกลปกติดังรูป ได้ถูกต้องและเหมาะสม

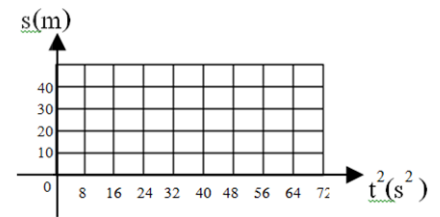
s (m)	5	10	14	17	19	25	30
t^2 (s^2)	0	14	26	34	40	56	70



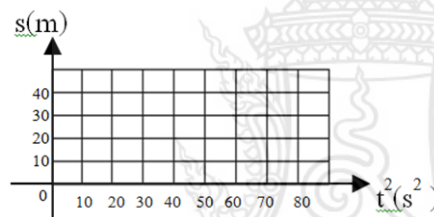
รูปที่ 1



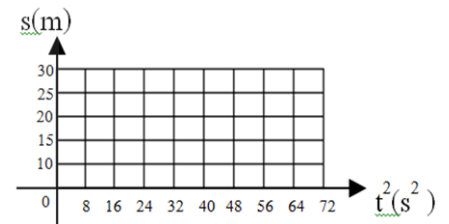
รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4



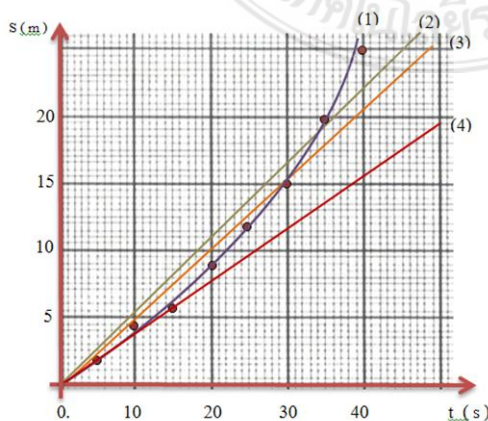
ก. รูปที่ 1

ข. รูปที่ 2

ค. รูปที่ 3

ง. รูปที่ 4

7. จากข้อมูลการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด s กับเวลา t ได้ตำแหน่งของข้อมูลปรากฏดังรูป ควรเขียนเส้นกราฟความสัมพันธ์เป็นเส้นใด



ก. เส้นที่ 1

ข. เส้นที่ 2

ค. เส้นที่ 3

ง. เส้นที่ 4

12. ถ้าปริมาณกำกับแกน y มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร (N.m) และปริมาณกำกับแกน x มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s) หน่วยของความชันเส้นกราฟเป็นหน่วยใด

ก. $N.m^2/s$

ข. $N/m^2.s$

ค. N.s

ง. $N.s/m^2$

13. จากสมการ $y = 4x + 2$ จะได้ว่าค่าความชันเส้นกราฟและจุดตัดแกน y มีค่าตามข้อใด

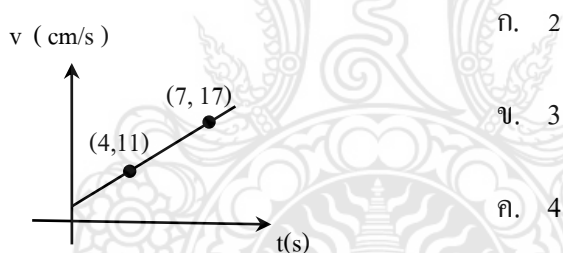
ก. ความชัน = 2, จุดตัดแกน $x = 2$

ข. ความชัน = 4, จุดตัดแกน $x = 4$

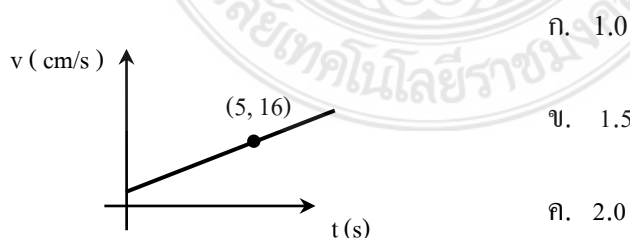
ค. ความชัน = 2, จุดตัดแกน $y = 4$

ง. ความชัน = 4, จุดตัดแกน $y = 2$

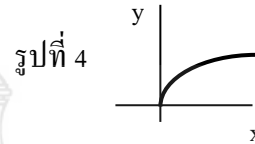
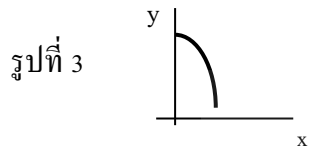
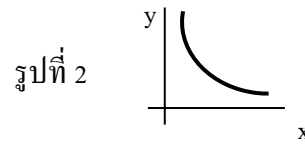
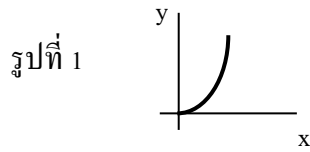
14. จากการวัดความเร็วของวัตถุที่เวลาต่างๆ แล้วนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว v กับเวลา t ได้กราฟดังรูป จงหาค่าความชันเส้นกราฟในหน่วยเซนติเมตรต่อวินาทียกกำลังสอง



15. จากกราฟดังรูป ถ้าความชันกราฟเท่ากับ 3 จุดตัดแกน y ของเส้นกราฟอยู่ที่ตำแหน่งใด



19 กราฟข้อใดเป็นกราฟของ $y = kx^2$ เมื่อ k เป็นค่าคงตัว



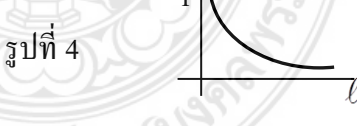
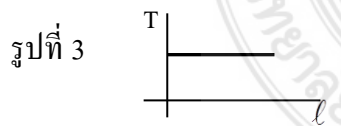
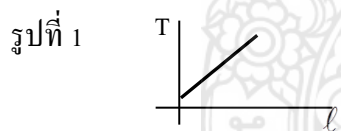
ก. รูปที่ 1

ข. รูปที่ 2

ค. รูปที่ 3

ง. รูปที่ 4

20. จากการศึกษาคาบการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา(T) พบว่ามีความสัมพันธ์กับความยาวเชือก l และความเร่งเนื่องจากสนามแรงโน้มถ่วงของโลก (g) เป็นไปตามสมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ถ้าให้ g เป็นค่าคงตัว เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง T กับ l จะได้กราฟความสัมพันธ์เป็นรูปกราฟข้อใด



ก. รูปที่ 1

ข. รูปที่ 2

ค. รูปที่ 3

ง. รูปที่ 4

21. จากสมการ $y = 3e^{-2x}$ สมการข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการที่จัดรูปสมการถูกต้องเพื่อแปลงรูปสมการให้เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

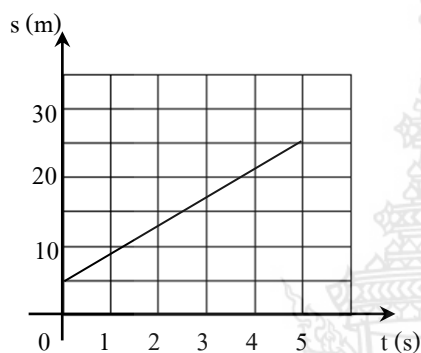
ก. $\ln y = \ln 2 - 3x$

ข. $\ln y = 3 - x \ln 2$

ค. $\ln y = \ln 3 - 2x$

ง. $\ln y = 3x - \ln 2$

22. ถ้ากราฟระหว่างระยะทาง s กับเวลา t เป็นดังรูป ข้อใดเขียนสมการกราฟเส้นตรงได้ถูกต้อง



ก. $s = 4t$

ข. $s = 4t + 5$

ค. $s = 5t$

ง. $s = 5t + 5$

23. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด s กับเวลา t ดังรูป ถ้าเส้นกราฟมีความชันเท่ากับ 3 m/s ถ้าวัตถุเคลื่อนที่เป็นเวลา 12 วินาที วัตถุจะเคลื่อนที่ที่มีการกระจัดกี่เมตรจากจุดตัดแกน

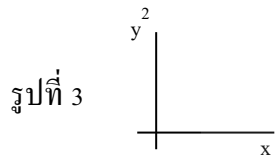
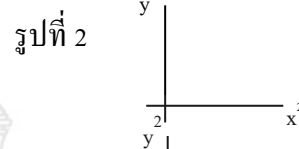
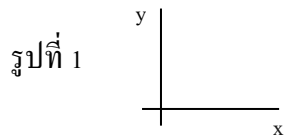
ก. 12 m

ข. 24 m

ค. 36 m

ง. 38 m

24. สมการ $y^2 = 2x + 3$ ถ้าต้องการเขียนกราฟความสัมพันธ์ให้เป็นกราฟเส้นตรง รูปข้อใดกำหนดแกนกราฟได้ถูกต้อง



ก. รูปที่ 1

ข. รูปที่ 2

ค. รูปที่ 3

ง. รูปที่ 4

25. จากสมการ $y = 3^{2x}$ สมการข้อใดต่อไปนี้จะจัดรูปสมการถูกต้องเพื่อแปลงรูปสมการให้เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

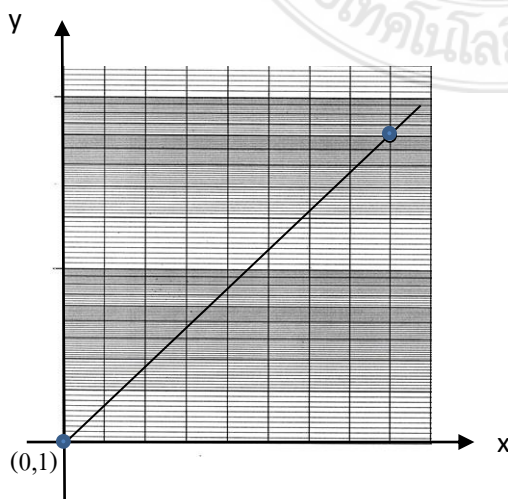
ก. $\log y = 3 \log x$

ข. $\log y = 3 \log 2x$

ค. $\log y = 2x \log 3$

ง. $\log y = \frac{2}{3} \log x$

26. ถ้าใช้กระดาษกราฟเขียนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ y กับปริมาณ x ได้กราฟดังรูป สมการความสัมพันธ์ข้อใดเขียนถูกต้อง



ก. $y = mx$

ข. $y = m \log x$

ค. $\log y = mx$

ง. $\log y = m \log x$

ตารางแสดงอำนาจจำแนกและค่าความยากง่าย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.63	1	0.54
2	0.13	2	0.09
3	0.13	3	0.09
4	0.54	4	0.36
5	0.45	5	0.36
6	0.13	6	0.09
7	0.50	7	0.27
8	0.13	8	-0.10
9	0.40	9	0.45
10	0.18	10	0
11	0	11	0
12	0.04	12	0.09
13	0.40	13	0.27
14	0	14	0
15	0.04	15	0.09
16	0.45	16	0.36
17	0	17	0
18	0.13	18	0.09
19	0.45	19	0.36
20	0.45	20	0.54
21	0.36	21	0.36
22	0.09	22	0
23	0.31	23	0.27
24	0.13	24	0.09
25	0.31	25	0.27

ตารางแสดงอำนาจจำแนกและค่าความยากง่าย (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก
26	0.04	26	0.09
27	0.09	27	0.18
28	0.36	28	0.36
29	0.09	29	0
30	0.31	30	0.27
31	0.36	31	0.36
32	0.04	32	0.09
33	0.45	33	0.36
34	0.31	34	0.27
35	0	35	0
36	0	36	0
37	0.04	37	0.09
38	0.40	38	0.27
39	0.27	39	0.36
40	0.36	40	0.36
41	0.31	41	0.45
42	0.27	42	0.36
43	0.22	43	0.27
44	0.22	44	0.27
45	0.22	45	0.27
46	0.31	46	0.27
47	0.31	47	0.45
48	0.40	48	0.45
49	0.22	49	0.27
50	0.31	50	0.45

ตารางแสดงอำนาจจำแนกและค่าความยากง่าย

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบ ถูก	10	2	2	8	7	2	7	1	7	2
จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบ ถูก	4	1	1	4	3	1	4	2	2	2
ค่าความยากง่าย	0.63	0.13	0.13	0.54	0.45	0.13	0.5	0.13	0.4	0.18
ค่าอำนาจจำแนก	0.54	0.09	0.09	0.36	0.36	0.09	0.27	-0.1	0.45	0

ข้อที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบ ถูก	0	1	6	0	1	7	0	2	7	8
จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบ ถูก	0	0	3	0	0	3	0	1	3	2
ค่าความยากง่าย	0	0.04	0.4	0	0.04	0.45	0	0.13	0.45	0.45
ค่าอำนาจจำแนก	0	0.09	0.27	0	0.09	0.36	0	0.09	0.36	0.54

ข้อที่	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบ ถูก	6	1	5	2	5	1	2	6	1	5
จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบ ถูก	2	1	2	1	2	0	0	2	1	2
ค่าความยากง่าย	0.36	0.09	0.31	0.13	0.31	0.04	0.09	0.36	0.09	0.31
ค่าอำนาจจำแนก	0.36	0	0.27	0.09	0.27	0.09	0.18	0.36	0	0.27

ข้อที่	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบ ถูก	6	1	7	5	0	0	1	6	5	6

จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก	2	0	3	2	0	0	0	3	1	2
ค่าความยากง่าย	0.36	0.04	0.45	0.31	0	0	0.04	0.4	0.27	0.36
ค่าอำนาจจำแนก	0.36	0.09	0.36	0.27	0	0	0.09	0.27	0.36	0.36

ข้อที่	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก	6	5	4	4	4	5	6	7	4	6
จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
ค่าความยากง่าย	0.31	0.27	0.22	0.22	0.22	0.31	0.31	0.4	0.22	0.31
ค่าอำนาจจำแนก	0.45	0.36	0.27	0.27	0.27	0.27	0.45	0.45	0.27	0.45





คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
โทร. 02-913-2424 ต่อ 137

9 กันยายน 2554

เรียน นายณัฐกร บินอับคูรามัน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แผ่น CD ซึ่งประกอบด้วย

- วีดิโอการสอนการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ
- วีดิโอเฉลยแบบฝึกหัดการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ
- Power point การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ
- แบบทดสอบการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ

ด้วยโครงการวิจัยการสร้างบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “ การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ” ซึ่งเรียนเชิญท่านเป็นที่ปรึกษาการผลิตสื่อการเรียนการสอน นั้น บัดนี้การผลิตสื่อและการสร้างแบบทดสอบการเรียนการสอนได้สำเร็จแล้ว

ในการนี้ผู้วิจัย จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดตอบแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการสร้างบทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “ การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ ”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริน สิริชนกุล)
ผู้ผลิตสื่อและผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวสิริน สิริธนะกุล
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Sirin Sirathanakul
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 41306 00002 201
- ตำแหน่งปัจจุบัน
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์
- หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
 - คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
 - โทรศัพท์ : 02-9132424 ต่อ 156
 - โทรสาร : 02-913-2424 ต่อ 105
 - ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Sir_Lsci@yahoo.com
- ประวัติการศึกษา
 - การศึกษามัธยมศึกษา (เกียรตินิยมอันดับ 2) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
 - ไม่มี
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
 - การศึกษาผลการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง งานกำลัง และพลังงาน ปีการศึกษา 2530
 - การศึกษาความพึงพอใจต่อการให้บริการสวัสดิการร้านอาหารของนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2543
 - การสร้างเครื่องมือวัดอัตราเร็วเสียงในอากาศ ตีพิมพ์ที่วารสาร “ราชมงคลวิชาการ 44” กรุงเทพมหานคร 2544