



การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำหรับการเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์

เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

**A Development of Computer Assisted Instruction Lesson for
the Analytical Chemistry Course :**

“Solution Preparation in Different Concentration Unit ”

โดย

ปัญญา มณีจักร

สนับสนุนทุนวิจัยโดย

ศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน

มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปีการศึกษา 2547

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบทเรียน เพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนบทเรียนเรื่องการเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ นี้ได้ตลอดเวลาโดยศึกษาผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ในงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย ตระกูลรังสี อดีตคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต ที่อนุมัติทุนวิจัย

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์เสมา สอนประสม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา อนุพงษ์อาจ ที่ให้ความรู้ในงานวิจัยด้านต่าง ๆ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะในด้านการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณนักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิทยาศาสตร์สาขาเคมีประยุกต์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมีวิเคราะห์พื้นฐาน (CHM221) และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีชีวภาพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ทุกคนที่ร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากบุคคลดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ ครอบครัว ที่คอยสนับสนุนในทุกด้าน และเป็นกำลังใจในขณะทำงานวิจัยนี้

ประโยชน์ใด ๆ ที่เกิดจากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา และครู อาจารย์ทุกท่าน ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปัญญา มณีจักร์

สิงหาคม 2553

ปัญญา มณีจักร 2547: การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต 77 หน้า

ในการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” และรวมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” และศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 109 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” โดยใช้โปรแกรม Microsoft office PowerPoint 2007 และ Adobe Presenter 6 แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 0.62
2. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” โดยมีค่าระดับเฉลี่ย เท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.748 แสดงว่า นักศึกษามีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนนี้ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก
3. นักศึกษามีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ในข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.289 และความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.569

Panya Maneechakr 2004: A Development of Computer Assisted Instruction Lesson for the Analytical Chemistry Course : “Solution Preparation in Different Concentration Unit ” Chemistry Faculty of Science Rangsit University 77 pages

The purposes of the study were to design and develop and evaluate the efficiency of Computer Assisted Instruction Lesson for the the Analytical Chemistry Course : “Solution Preparation in Different Concentration Unit ” to study the learning achievement of students who learned by using courseware and to study student opinions on this courseware. The samples in this study were 109 Science and Biotechnology students who registered Analytical Chemistry Course in Semester 1 of the 2010 Academic year. These samples selected by using purposive sampling. The technique materials using in this study were (1) Computer Assisted Instruction Lesson for the Analytical Chemistry Course : “Solution Preparation in Different Concentration Unit ” developed by Microsoft office PowerPoint 2003 and Adobe Presenter 6 (2) Pretest and posttest and (3) a questionnaire of student opinions on Computer Assisted Instruction Lesson for the Analytical Chemistry Course : “Solution Preparation in Different Concentration Unit ” . The data was analyzed by statistical packages.

The findings of the study were as the followings ;

1. The effectiveness of Computer Assisted Instruction (CAI) was 0.62.
2. Mean and standard deviation of student opinions Computer Assisted Instruction Lesson for the Analytical Chemistry Course : “Solution Preparation in Different Concentration Unit ” were found to be 4.37 and 0.748 respectively.
3. The top of student opinions about Computer Assisted Instruction Lesson for the Analytical Chemistry Course : “Solution Preparation in Different Concentration Unit ” were objective relate to content ($\bar{x}$ =4.58 S.D. = 0.289) and exercises related to content ($\bar{x}$ = 4.58 S.D. = 0.569).

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.8 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
2.2 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
2.3 คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
2.4 การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
2.5 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
ตอนที่ 2 ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์	13
2.6 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม	13
2.7 ทฤษฎีปัญญานิยม	14
2.8 การเรียนรู้ การจำ และการระลึกได้	14
2.9 หลักการจำ	15
2.10 แรงจูงใจ	15
2.11 การควบคุม	16
2.12 การถ่ายโยงการเรียนรู้	16
2.13 ความแตกต่างระหว่างบุคคล	16
ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	19
3.2 เครื่องมือในการวิจัย	20
3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	20
3.4 ลักษณะเครื่องมือในการวิจัย	21
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	22
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	24
บทที่ 4 ผลการวิจัย	25
การวิเคราะห์ข้อมูล	25
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผลการวิจัย	41
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	42
5.3 ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	45
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้ระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้ วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”	46
ภาคผนวก ข แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	56
ภาคผนวก ค แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริม การเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”	65
ภาคผนวก ง การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลาย ในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”	69
ประวัตินักวิจัย	71

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงคะแนนรวม แบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน	26
ตารางที่ 2 แสดงค่าจำนวนคน และค่าร้อยละของระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”	27
ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”	31
ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย คะแนนรวม ของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”	67

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

สืบเนื่องจากทางมหาวิทยาลัยได้กำหนดให้ การพัฒนาการเรียนการสอนระบบ e-learning เป็นอีกกลยุทธ์หนึ่ง ที่จะนำมาเสริมกระบวนการเรียนการสอน พร้อม ๆ กับลดอุปสรรคด้านการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น อาทิเช่น ลดเปอร์เซ็นต์การต้อออกของนักศึกษา พัฒนาสื่อเสริม สื่อเพิ่มเติม เพื่อให้นักศึกษาสามารถศึกษาด้วยตัวเองได้มากขึ้น อันจะนำไปสู่กระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ และสามารถผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ ตามเจตนารมณ์ของมหาวิทยาลัย

ชุดการเรียนการสอนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Courseware) เป็นสื่อการเรียนการสอน ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบการเรียนการสอนระบบ e-learning โดยมีบทบาทเป็นทั้งสื่อเสริม หรือการเป็นสื่อเดิม และรวมไปถึงการเป็นสื่อหลักของการเรียนการสอนรายวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากการพัฒนาชุดการเรียนการสอน ได้รับการออกแบบที่มีคุณภาพ สามารถนำเสนอในลักษณะของสื่อที่มีคุณภาพสูง เช่น เป็นสื่อประสม (multimedia) สามารถให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนทันที โดยที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ตามความต้องการ มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อผู้เรียนมีการโต้ตอบกับเนื้อหา มีแบบฝึกหัดและบททดสอบให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจได้ด้วยตัวเอง มีการทดสอบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดการเรียนการสอนก่อนการใช้งาน

เพื่อให้เป็นการขานรับแนวนโยบายการพัฒนาระบบการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัย ในอันที่จะลดอุปสรรคด้านการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และรวมไปถึงการเตรียมบุคลากร เพื่อเข้าสู่สังคมการเรียนการสอนระบบ e-learning ในอนาคต จึงเกิดโครงการวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนการสอนสำหรับ e-learning โดยแบ่งเป็นโครงการวิจัยย่อยทั้งสิ้น 15 โครงการ ดังรายละเอียด ในโครงการย่อย

อีกเหตุผลหนึ่งของงานวิจัยนี้คือ วิชาเคมีเป็นวิชาแขนงหนึ่งในสายวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนวิชานี้ต้องมีจินตนาการ เพราะสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดจากการสมมติและจินตนาการรูปร่างขึ้นมา การจินตนาการ จะสมบูรณ์ได้ผู้เรียนจะต้องท่องจำและทำความเข้าใจกับทฤษฎีบทต่าง ๆ เสียก่อน ดังนั้น การพัฒนาชุดการเรียนการสอนสื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถจินตนาการทางเคมีได้ดียิ่งขึ้น

สำหรับภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ได้เปิดสอนรายวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) สำหรับ นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ คณะเทคโนโลยีชีวภาพ และ คณะวิทยาศาสตร์ และวิชาเคมีวิเคราะห์ พื้นฐาน (CHM221) สำหรับนักศึกษาสาขาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอนจะมุ่งเน้นที่การสร้าง แนวคิดที่สำคัญทางเคมีวิเคราะห์ รวมถึงการสร้างทักษะในการวิเคราะห์และการคำนวณโดยอาศัยพีชคณิต รวมถึงเทคนิคต่าง ๆ ที่สำคัญในการทำปฏิบัติการ เช่น เทคนิคการชั่งสาร เทคนิคการเตรียมสารละลาย เป็นต้น

การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือ การนำเทคโนโลยี สารสนเทศมาใช้ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว คอมพิวเตอร์จึงได้เข้ามามีบทบาททางด้านการศึกษามาก โดยการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียน การสอน(Computer Assisted Instruction : CAI) ซึ่งเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อประกอบการ เรียนการสอน คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพมาก เพราะนอกจากจะนำเสนอเนื้อหาและ แบบฝึกหัดแล้ว ยังสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวเสมือนจริง ซึ่งจะมีผลต่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนให้ความสนใจและเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และจากรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งใน ประเทศและต่างประเทศพบอีกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่ให้ผลดีกว่าสื่อการสอนแบบอื่น ๆ ทั้งยังสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยพัฒนาผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ดังที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญของการเรียนการสอนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จึงพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วย ความเข้มข้นต่าง ๆ ” เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยสอนของอาจารย์และช่วยในการเรียนของนักศึกษา และ ยังเปิดโอกาสให้ผู้สนใจได้เข้ามาศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้อีกด้วย นอกจากนี้มหาวิทยาลัยรังสิตมี เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ใช้อย่างอิสระ ซึ่งเมื่อผลิตบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ออกมาจะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอน สำหรับปริญญาตรี และเป็นเครื่องมือสำหรับ การวิจัยในชั้นเรียน ในรายวิชาเคมีวิเคราะห์(CHM233) (รายวิชาละ 3 ชั่วโมงบรรยาย)
2. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสูง เป็นสื่อประสมสำหรับเสริมการเรียนการสอนภาค ปกติและการเรียนการสอนระบบ e-learning ของมหาวิทยาลัยในอนาคต
3. เพื่อเตรียมบุคลากรของมหาวิทยาลัย เข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนระบบ e-learning ของ มหาวิทยาลัยในอนาคต

4. เพื่อพัฒนาบทเรียนช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” ซึ่งอยู่ในวิชาเคมีวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ คณะเทคโนโลยีชีวภาพ และ คณะวิทยาศาสตร์
5. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

1.3 สมมติฐานการวิจัย

หลังจากที่การวิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” (ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย) มีค่าประสิทธิผลมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5
2. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” (ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย) อยู่ในระดับดีมาก

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตงานวิจัย ประกอบด้วย ประชากร , กลุ่มตัวอย่าง , เนื้อหา , แบบทดสอบ , แบบฝึกหัดเฉพาะเรื่องพลศาสตร์ , ซอฟต์แวร์ที่ใช้ , พื้นที่ , ระยะเวลา , ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีชีวภาพ และคณะวิทยาศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 109 คน (ข้อมูลจากสำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยรังสิต ณ วันที่ 30 มิถุนายน 2553)
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นคณะเทคโนโลยีชีวภาพ และคณะวิทยาศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 50 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
3. เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้เป็นเนื้อหาเฉพาะในหัวข้อ บทนำของเคมีวิเคราะห์เท่านั้น

4. เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้ มาจากหนังสือวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) เรียบเรียงโดย ผศ. ปัญญา มณีจักร์
5. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” เป็นแบบทดสอบประเภทปรนัยที่ได้มาจากคลังข้อสอบของวิชาเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต โดยมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80
6. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้ ใช้ Microsoft office PowerPoint 2007 และ Adobe presenter 6
7. พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและพัฒนา คือ ระบบ e-learning ของมหาวิทยาลัยรังสิต ซึ่งนักศึกษาสามารถเข้าไปศึกษา ชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ที่ <http://www.elearning.rsu.ac.th> ,คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี วิชา CHM221 &CHM233 เคมีวิเคราะห์ (BT , MT , BMS ,CHM) รหัสผ่าน วิชาคือ 221 รหัสผ่าน การทำแบบเรียน 221
8. งานวิจัยนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด ระหว่างเดือนมีนาคม 2553 –กรกฎาคม 2553
9. ตัวแปรที่ศึกษา คือ
 - ตัวแปรต้น คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”
 - ตัวแปรตาม คือ
 1. ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”
 3. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการ ใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง กลุ่มทดลอง (นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”) จำนวน 50 คน เป็น นักศึกษาคณะเทคโนโลยีชีวภาพ และคณะวิทยาศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 และ นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามแบบสอบถาม ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” นี้ จำนวน 50 คน
2. ผู้ทำการวิจัยเป็นผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” โดยใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft office PowerPoint 2007 และ Adobe presenter 6

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ในหัวข้อ การเตรียมสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ที่พัฒนาโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปัญญา มณีจักร์ และเผยแพร่ทาง Website เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น
2. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีชีวภาพ และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”
4. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” (ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย) หมายถึง ระดับของความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อข้อความที่กำหนดซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด , มาก , ปานกลาง , น้อย , น้อยที่สุด

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบทเรียน
2. ได้สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจประกอบการเรียนการสอนที่ง่ายต่อความเข้าใจเนื้อหาของบทเรียน
3. ได้สื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัยและกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจในการเรียน เนื่องจากมีการนำเสนอทั้งเนื้อหา รูปภาพ เสียง รวมถึงภาพเคลื่อนไหว
4. ได้สื่อการเรียนรู้ที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนได้แม้ว่าอยู่นอกห้องเรียน
5. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้
6. เกิดผลงานวิจัยในชั้นเรียน
7. เกิดชุดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสูง สำหรับการเรียนการสอนในระบบ การเรียนการสอนปกติ และการเรียนการสอนระบบ e-learning ในอนาคต
8. เกิดความร่วมมือในการพัฒนางานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยรังสิต

1.8 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้แก่

1. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. แบบประเมินประสิทธิภาพความพึงพอใจของชุดการเรียนการสอน ระบบ e-learning
3. ชุดการเรียนการสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำการวิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตอนที่ 2 ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือ CAI เป็นสื่อการเรียนการสอนที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายเพราะนอกจากจะมีสีสันที่สวยงามแล้ว ยังมีลักษณะการทำงานในรูปแบบของสื่อประสม (Multimedia) คือใช้สื่อร่วมกันมากกว่า 1 ชนิด เช่น ตัวอักษร ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ที่สำคัญคือสามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ มีการประเมินผลเพื่อสนองตอบให้กับผู้เรียนอย่างรวดเร็ว จึงไม่น่าแปลกใจเลยว่า ทำไมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นที่นิยมอย่างรวดเร็วในยุคการศึกษาที่ไร้พรหมแดนนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเสนอบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ โดยนำเอาบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มานำเสนอตามลำดับ ขั้นตอนและมีการโต้ตอบชมเชย หรือมีการย้อนกลับไปทบทวนเพื่อกระตุ้นความสนใจ โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยสอนเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นตัวหนังสือ และกราฟิก ถามคำถาม รับคำตอบ ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อย่างอื่น เช่น เครื่องบันทึกเสียง วิดิทัศน์ เป็นต้น

2.2 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีผู้วิจัยหลายท่านสรุปผลการศึกษาค้นคว้า ในเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจากงานวิจัยพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ ดังนี้

- 1.2.1 ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 1.2.2 ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนจากง่ายไปหายากอย่างเป็นระบบ
- 1.2.3 มีความสะดวกในการทบทวนบทเรียน
- 1.2.4 ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาเรียน ผู้เรียนสามารถศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขณะที่อยู่ที่บ้านหรืออยู่ที่โรงเรียน
- 1.2.5 ลดเวลาในการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการวัดผลและประเมิน ผลไปพร้อม ๆ กัน และยังช่วยผู้เรียนที่มีปัญหาในการเรียน โดยการจัดโปรแกรมเสริมในส่วนที่เป็นปัญหาหรือใช้เสริมความรู้ให้กับผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็วโดยไม่ต้องคอยเพื่อนในชั้นเรียน
- 1.2.6 สร้างทัศนคติที่ดีให้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนต้องฝึกความรับผิดชอบต่อตนเองในการเรียนและสร้างทัศนคติที่ดีในการเรียนด้วย
- 1.2.7 ทำในสิ่งที่สื่ออื่น ๆ ทำไม่ได้ เช่น การตัดสินใจเสนอเนื้อหาใหม่ ๆ หรือการตัดสินใจเรียนซ้ำในเนื้อหาเดิม
- 1.2.8 ลดเวลาในการสอนของผู้สอน ในการเรียนวิชาที่มีการฝึกทักษะ ผู้สอนจะเสียเวลาในช่วงนี้มาก เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน ผู้สอนสามารถให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์แทน
- 1.2.9 ทำให้ผู้สอนได้มีการพัฒนาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ และมีการนำสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น
- 1.2.10 สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสม สะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแม้จะมีประโยชน์หลาย ๆ ด้านก็ตาม แต่ในการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้น จะต้องคำนึงถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นด้วย เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นเพียงอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ช่วยในการเรียนการสอนเท่านั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพสูงนั้น จะต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้าน

2.3 คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณค่าทางการสอน คือ

- 1.2.11 ให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างรวดเร็ว เมื่อผู้เรียนมีปัญหาหรือไม่เข้าใจในบทเรียน หรือเมื่อผู้เรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง เครื่องจะรายงานผลให้ทราบทันที ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนต่อไป
- 1.2.12 ลดปัญหาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน เพราะเป็นการเรียนแบบเอกัตบุคคลผู้เรียนสามารถเรียนรู้ทันกันได้
- 1.2.13 ผู้เรียนที่เรียนดี จะเรียนได้เร็วกว่าการสอนปกติ และช่วยเหลือเด็กที่มีปัญหา โดยการจัดโปรแกรมเสริมในส่วนที่ยังไม่เข้าใจและยังเป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับผู้เรียนที่เรียนเก่งให้สามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง
- 1.2.14 เป็นสื่อการสอนที่ดี เพราะสื่อการสอนชนิดอื่นไม่สามารถทำได้ เช่น การสร้างสถานการณ์จำลองการเลียนแบบของจริง ตลอดจนการช่วยตัดสินใจการเสนอเนื้อหาใหม่ ๆ หรือจะให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเดิมอีกครั้งก็ได้
- 1.2.15 ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปรับปรุงเนื้อหาบทเรียนสามารถทำได้รวดเร็ว
- 1.2.16 ความทันสมัยของคอมพิวเตอร์จะช่วยให้สื่อน่าสนใจยิ่งขึ้น
- 1.2.17 สามารถใช้สื่ออื่น ๆ ร่วมกันได้ เช่น เสียง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น
- 1.2.18 สามารถสื่อสารและถ่ายโอนข้อมูลในระบบสารสนเทศได้ดี

จากคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว ทำให้แตกต่างไปจากสื่อการสอนอื่น ๆ คือสามารถโต้ตอบ และแสดงผลลัพธ์บางอย่างให้ผู้เรียนดูได้ทันที ทำให้น่าตื่นเต้น สนุกสนาน ได้รับความสนใจให้อยากเรียน ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งพอสรุปได้ว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีส่วนเสริมให้มีการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลดีกว่าการสอนแบบอื่น (Friedman :1974)

2.4 การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีลักษณะคล้ายกับบทเรียนโปรแกรม หรือโปรแกรมการเรียนการสอนอื่น ๆ ซึ่งมีการพัฒนาเอารูปแบบที่เป็นเอกสารหรือคำบรรยายมาแสดง

ผลด้วยคอมพิวเตอร์ มีลักษณะสำคัญ 9 ข้อ ดังนี้ คือ

- 1.2.19 เนื้อหาวิชาแบ่งออกเป็นกรอบย่อย ๆ เรียกว่ากรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะบรรจุข้อความที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียน เป็นข้อความที่กระชับรัดแต่สื่อความหมายได้สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ไม่ควรมีตัวอักษรมาก หรืออาจบันทึกเสียง คำบรรยายเอาไว้ จะเพิ่มความน่าสนใจได้มาก
- 1.2.20 แต่ละกรอบจะต้องกำหนดการตอบสนองจากผู้เรียนในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งอาจจะเป็นแบบตอบคำถามหรือเติมคำหรืออื่น ๆ ก่อนที่จะศึกษาในกรอบต่อไป เพื่อประเมินผลว่าผู้เรียนผ่านจุดประสงค์ตามที่ตั้งไว้ในกรอบหรือไม่
- 1.2.21 บทเรียนในแต่ละบทควรกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนผู้เรียนสามารถตรวจสอบและประเมินผลได้ และทราบว่าความต้องการของบทเรียนคืออะไร ผู้เรียนจะต้องให้ความสำคัญกับเรื่องใดบ้าง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมควรกระชับ ไม่กว้าง หรือแคบจนเกินไป หรือคาดหวังไว้มากเกินไป
- 1.2.22 ควรมีการให้ผลย้อนกลับ (Feed Back) หลังจากได้ทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามใด ๆ ควรมีการให้ผลย้อนกลับทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรงที่สำคัญมากและเป็นจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ้าผู้เรียนตอบถูกหรือแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ออกมาควรให้คำชมเชยหรือเสริมแรง ถ้าตอบผิด ควรหรือให้กำลังใจ และอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์
- 1.2.23 การจัดเรียงกรอบต่าง ๆ ควรเรียงจากง่ายไปหายากหรือจากของเก่าไปสู่ของใหม่ โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ปรับการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนรู้ และรู้สึกสนุกในการใช้บทเรียน
- 1.2.24 บทเรียนควรมีการทดสอบและปรับปรุงอยู่เสมอ สามารถยืดหยุ่นได้เหมาะสมกับผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งแตกต่างกันไป และบางครั้งเนื้อหาอาจไม่เหมาะสมกับช่วงเวลา สถานที่ เพศ วัยและประสบการณ์ของผู้เรียน ควรมีการพัฒนาและปรับปรุงอยู่เสมอและหลีกเลี่ยงสิ่งที่ซ้ำซากน่าเบื่อ แต่ละกรอบควรมีรูปแบบที่น่าสนใจแตกต่างกันไป
- 1.2.25 ข้อความในบทเรียนต้องเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ สามารถอ่านหรือศึกษาได้เข้าใจง่าย อย่าใช้คำที่ยากต่อความเข้าใจ อาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจผิดในเนื้อหาได้
- 1.2.26 บทเรียนต้องไม่ผูกพันกับเวลา จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความสามารถและความพร้อมของแต่ละบุคคลบทเรียน ต้องไม่กำหนดเวลาเพราะจะเป็นการบังคับผู้เรียน ให้เขาเรียนตามความสามารถและความพร้อมของผู้เรียนเอง

- 1.2.27** การใช้บทเรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ในความดูแลของผู้สอน ควรให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มที่ และศึกษาแบบเอกัตบุคคล แต่ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ติดต่อเพื่อสอบถาม หรือขอคำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น

จะเห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีโครงสร้างคล้ายกับบทเรียนโปรแกรมซึ่งมีการนำเสนอเนื้อหา เป็นกรอบย่อยๆให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากง่ายไปยาก เป็นขั้นตอนอย่างมีระบบ มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ที่มีความน่าสนใจและเอาชนะข้อจำกัดต่างๆได้ดี ซึ่งผู้ที่จะสร้าง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีได้ ต้องศึกษาโครงสร้างต่าง ๆ ให้เข้าใจและสามารถประยุกต์หรือดัดแปลงไปใช้ได้เหมาะสม

2.5 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีใช้และผลิตกันอยู่ทั่วไป สามารถจำแนกเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้งานและวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชา ได้ดังนี้

- 1.2.28 การฝึกทักษะ หรือการฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice)** ใช้สำหรับฝึกหัด ทบทวนเรื่องที่เรียนผ่านมาแล้ว เพื่อพัฒนาทักษะเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อเพิ่มความชำนาญความแม่นยำในเนื้อหา โดยคอมพิวเตอร์จะนำเสนอในรูปแบบของแบบฝึกหัดหรือโจทย์ทีละข้อ เพื่อเปรียบเทียบคำตอบของผู้เรียนกับคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าผู้เรียนตอบผิดในคำตอบแรก คอมพิวเตอร์จะถามในคำถามเดิม ถ้าครั้งที่สอง ยังตอบผิด คอมพิวเตอร์จะเฉลยคำตอบ แล้วจึงจะเสนอแบบฝึกหัดหรือโจทย์ในข้อถัดไปหรือถามคำถามเดิม จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก จึงจะเสนอคำถามในข้อถัดไป โปรแกรมการฝึกทักษะจึงเป็นที่นิยมแพร่หลายที่สุดเพราะเป็นบทเรียนที่สร้างง่าย ไม่มีอะไรซับซ้อนมากนัก

- 1.2.29 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)** เป็นการจำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงให้ผู้เรียนศึกษาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการตัดสินใจแบบต่าง ๆ และเห็นผลของการตัดสินใจนั้น โปรแกรมประเภทนี้มักจะใช้ในการฝึกปฏิบัติสิ่งที่ไม่อาจฝึกด้วยของจริง เช่น การทดลองที่เป็นอันตรายหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก การเสนอสถานการณ์จำลองของระบบสุริยะจักรวาล ในโปรแกรมนี้อาจมีการหมุนรอบตัวเองของดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์ด้วย จึงเหมาะสำหรับการสอนเนื้อหาที่ศึกษาจากของจริงโดยตรงเป็นไปได้ยากสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย หรือเป็นอันตราย

- 1.2.30 การสอนแบบเนื้อหา (Tutorial)** มีลักษณะคล้ายบทเรียนโปรแกรมที่มีทั้งคำอธิบายและคำถามให้เลือกตอบได้ในขณะเรียน ซึ่งคำถามอาจเป็นในรูปแบบของแบบเลือกตอบ หรือเติมคำ หรือแบบถูกผิด และให้ผลย้อนกลับสำหรับผู้เรียนได้ทันที โปรแกรมประเภทนี้ส่วนมากใช้สอนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์หรือมโนทัศน์ (Concept) ใหม่ ๆ เป็น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้สอนแทนผู้สอนเฉพาะในเนื้อหาบางตอน โดยเสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียน ผู้เรียนจะได้เรียนเนื้อหาที่มีคำถามแทรกอยู่เป็นระยะๆ โดยผู้เรียนจะตอบไปตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนอยู่โดยโปรแกรมบทเรียนจะตอบคำถามนั้น ๆ และประเมินคำตอบของผู้เรียนที่บันทึกไว้ ในการเสนอเนื้อหาบทเรียนใหม่นั้นขึ้นอยู่กับว่าคำตอบของผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจเพียงใด ข้อดีของโปรแกรมนี้นี้คือ ผู้เรียนสามารถเลือกที่ตนถนัดและตามความสามารถของผู้เรียน เพราะลักษณะของบทเรียนจะแยกออกเป็นตอนย่อย ๆ

- 1.2.31 การทดสอบ (Testing)** เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทดสอบ โดยให้ผู้เรียนทำการสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการวัดผลการเรียนการสอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานตื่นเต้นและน่าสนใจ โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอคำถามทีละข้อ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกตอบคำถามข้อใดก่อนหลังก็ได้ และท้ายที่สุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะตัดสินคำตอบทั้งหมดให้กับผู้เรียน แจ้งผลคะแนนและจัดลำดับให้ทราบทันที อีกทั้งยังสามารถบันทึกผลคะแนนเพื่อให้ทราบความก้าวหน้าอีกด้วย ซึ่งกำลังได้รับความนิยมอย่างมาก
- 1.2.32 เกมเพื่อการสอน (Instructional Game)** เป็นการใช้เกมเพื่อการสอนที่กำลังเป็นที่นิยมอยู่มาก เป็นสิ่งที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียน ผู้เรียนจึงได้รับความรู้ ทักษะและความสนุกสนานไปในตัว บทเรียนแบบนี้มีคุณประโยชน์คล้ายกับแบบสถานการณ์จำลองตรงที่ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และปัญหาที่เสนอให้ทั้งหมด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นบทเรียนและเครื่องมือประกอบการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งให้ความตื่นเต้น สนุกสนาน แต่มีจุดมุ่งหมายชัดเจนในการเรียนรู้
- 1.2.33 การแก้ปัญหา (Problem-Solving)** เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักคิด รู้จักการตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนเรียนไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมการแก้ปัญหานี้ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหา โปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเองจะกำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรม สำหรับ การแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้น

ดังนั้นการสร้างและการนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้สอนต้องศึกษารายละเอียด และลักษณะเฉพาะอย่างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละรูปแบบให้ดีว่า มีคุณลักษณะเด่นในด้านใด โดยคำนึงถึงจุดประสงค์ในการเรียนการสอนเป็นหลัก รวมถึงลักษณะเนื้อหาวิชา และความพร้อมของผู้เรียน

ด้วย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่สามารถสอนแทนผู้สอนได้ทั้งหมดซึ่งอาจเป็นเพียงบางส่วนเท่านั้นตามที่ได้เสนอเนื้อหาไปแล้ว อย่างไรก็ตามการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนต้องพัฒนาให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและเนื้อหาวิชาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมให้มากที่สุด และประยุกต์เอาเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษาอย่างเหมาะสมและคุ้มค่า

ตอนที่ 2 ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์

ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ มีดังนี้

2.6 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behavioral Theories)

ทฤษฎีนี้เชื่อว่าพฤติกรรมของมนุษย์นั้นเกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมในรูปแบบต่างๆ และเชื่อว่าการเสริมแรง (Reinforcement) จะช่วยให้เกิดพฤติกรรมตามต้องการ เช่น ความเร็วและความอดทน การบังคับตนเอง และความคิดสร้างสรรค์ Skinner เป็นผู้ที่มีความโดดเด่นในการนำทฤษฎีพฤติกรรมนิยมไปพัฒนารูปแบบการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งมีอิทธิพลทางความคิดต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบัน Malone เป็นอีกผู้หนึ่งที่นำทฤษฎีนี้มาประยุกต์ใช้กับเกมการสอน Malone พบว่า องค์ประกอบของตัวเสริมแรงที่เป็นแรงจูงใจสำคัญคือ ความท้าทาย (Challenge) จินตนาการเพื่อฝัน (Fantasy) และความอยากรู้อยากเห็น การนำทฤษฎีพฤติกรรมนิยมมาประยุกต์ใช้ในการสร้างโปรแกรมการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยจากง่ายไปสู่ยาก โดยมีการบอกเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยอย่างชัดเจน การวัดผลการเรียนอย่างต่อเนื่อง และการให้ข้อมูลป้อนกลับในรูปแบบที่น่าสนใจในทันที (สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์, อ้างถึง สุกรี รอดโพธิ์ทอง 2544: 35-41)

2.7 ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitive Theories)

ทฤษฎีนี้มีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ว่า การเรียนเป็นการผสมผสานระหว่างข้อมูลข่าวสารเดิมกับข้อมูลข่าวสารใหม่ หากผู้เรียนมีข้อมูลข่าวสารเดิมเชื่อมโยงกับข้อมูลข่าวสารใหม่ การรับรู้ก็จะง่ายขึ้น นอกจากนี้ ผู้เรียนแต่ละคนยังมีลีลาในการเรียนรู้และการนำความรู้ไปใช้แตกต่างกัน แนวความคิดดังกล่าวนี้ทำให้เกิดการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ที่ทำให้เกิดความแตกต่างของการจำ ทั้งความจำระยะสั้น ความจำระยะยาว และความคงทนในการจำ มังค์ พ็อาเจต์ (Piaget , อ้างถึงโดย ปรีชา วิหคโต 2537: 114-126) นักจิตวิทยาที่สำคัญคนหนึ่งในกลุ่มนี้ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาด้านการรับรู้ของเด็กและพบว่า มนุษย์เกิดมาพร้อมกับโครงสร้างทางสติปัญญาที่ไม่ซับซ้อน และจะค่อยๆ มีการพัฒนาขึ้นตามลำดับ เมื่อได้มี

ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ผู้สอนจึงควรจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนได้คิด ได้รู้จักวิธีการ และเกิดการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งต่อมา Bruner นักการศึกษาที่สำคัญคนหนึ่งในกลุ่มนี้เรียกวิธีการดังกล่าวว่า “การเรียนรู้โดยการค้นพบ” ผู้สอนต้องมีความเข้าใจว่ากระบวนการคิดของเด็กและผู้ใหญ่แตกต่างกัน การเรียนการสอนต้องเน้นการสร้างประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยก่อน และควรแทรกปัญหาที่ผู้สอนหรือผู้เรียนตั้งขึ้น แล้วช่วยกันคิดหาคำตอบ ส่วนในด้านรางวัลที่ผู้เรียนได้รับนั้นควรเน้นแรงจูงใจภายในมากกว่าแรงจูงใจภายนอก การนำทฤษฎีปัญญานิยมมาประยุกต์ใช้ในการสร้างโปรแกรมการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ได้แก่ การใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียนก่อนเริ่มเรียนและระหว่างเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ทั้งในแง่ของการเลือกเนื้อหาบทเรียน การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ และการควบคุมการเรียนรู้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทบทวนความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ในรูปแบบที่เหมาะสม การตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์หาคำตอบ และการสร้างแรงจูงใจโดยเน้นความพึงพอใจที่เกิดขึ้นจากความสำเร็จในการเรียนรู้ (สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์, สุกีรี รอดโพธิ์ทอง 2544: 41-43)

2.8 การเรียนรู้ การจำ และการระลึกได้

ดีวาร์ (Dwyer, 1978 อ้างถึงโดย สุกีรี รอดโพธิ์ทอง 2544: 60) เป็นผู้หนึ่งที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ การจำ และการระลึกได้ (Recall) ดีวาร์เสนอผลการศึกษาของเขาไว้ ดังนี้

- 1.2.34 ด้านการเรียนรู้ คนเราเรียนรู้โดยการซึมซับ ร้อยละ 1 โดยการสัมผัส ร้อยละ 10 โดยการดมกลิ่น ร้อยละ 30 โดยการได้ยิน ร้อยละ 11 และโดยการมองเห็น ร้อยละ 8
- 1.2.35 ด้านการจำ คนเราจำได้จากสิ่งที่อ่าน ร้อยละ 10 จากสิ่งที่ได้ยิน ร้อยละ 20 จากสิ่งที่ได้เห็น ร้อยละ 30 จากสิ่งที่ได้เห็นและได้ยิน ร้อยละ 50 จากสิ่งที่ได้พูด ร้อยละ 70 และจากสิ่งที่ได้พูดและได้ทำ ร้อยละ 90
- 1.2.36 ด้านการระลึกได้ การสอนโดยวิธี “บอกให้ทำ” ระลึกได้หลังจากสอนแล้ว 3 ชั่วโมง ร้อยละ 70 และระลึกได้หลังจากสอนแล้ว 3 วัน ร้อยละ 10 การสอนโดยวิธี “แสดงให้ดู” ระลึกได้หลังจากสอนแล้ว 3 ชั่วโมง ร้อยละ 72 และระลึกได้หลังจากสอนแล้ว 3 วัน ร้อยละ 20 การสอนโดย “บอกวิธีการและแสดงให้ดู” ระลึกได้หลังจากสอนแล้ว 3 ชั่วโมง ร้อยละ 85 และระลึกได้หลังจากสอนแล้ว 3 วัน ร้อยละ 65

2.9 หลักการจำ

สิ่งที่คนเรารับรู้จะถูกเก็บเอาไว้เพื่อที่จะเรียกขึ้นมาใช้ในภายหลัง ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการเรียกความจำที่เก็บเอาไว้ขึ้นมาใช้มีสูงมาก แน่แน่นอนว่าสิ่งที่เก็บอยู่ในความจำของคนเรานั้นมีทั้งที่สำคัญและที่ไม่มีความสำคัญ เทคนิคการสอนให้คนเรากลับข้อมูลข่าวสารไว้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อต้องเผชิญกับองค์ความรู้ที่ใหม่และมีจำนวนมาก เช่น คำศัพท์ในภาษาใหม่ หลักการเสริมสร้างความจำที่นำมาใช้กันในวิธีการเสริมสร้างความจำต่างๆ นั้น ประกอบด้วยหลักการจัดข้อมูลให้เป็นระบบ (The Principle of Organization) และหลักการทำซ้ำ (The Principle of Repetition) โดยทั่วไปการจัดข้อมูลให้เป็นระบบทำได้ง่ายกว่าและมีประสิทธิภาพกว่า แต่เมื่อใดก็ตามที่การใช้หลักการจัดระบบไม่เหมาะสมหรือเป็นไปได้ ก็จะมีการนำหลักการทำซ้ำมาใช้เสมอ เช่น ในกรณีที่มีปริมาณข้อมูลข่าวสารมาก หรือเมื่อข้อมูลข่าวสารนั้นไม่อาจจัดระบบใดๆ ได้ หรือสำหรับข้อมูลข่าวสารของทักษะประเภท Psychomotor Skills (Fleming and Levi, 1978 cited by Alessi and Trollip, 1991: 11-12)

2.10 แรงจูงใจ (Motivation)

อเลสซี่และทรอลลิป (Alessi and Trollip, 1991: 12) เห็นว่าแรงจูงใจที่เหมาะสมมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ทฤษฎีของเลปเปอร์ (Lepper and Chabay, 1985) ทฤษฎีของมาโลน (Malone, 1981; Malone and Lepper, 1987) และทฤษฎีของเคลเลอร์ (Keller and Suzuki, 1988) เลปเปอร์เห็นว่าควรใช้แรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) กับการสอนมากกว่าการใช้แรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) มาโลนมีสมมุติฐานว่าองค์ประกอบที่เอื้อให้เกิดแรงจูงใจมี 4 ประการ ได้แก่ ความท้าทาย (Challenge) ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) การควบคุม (Control) และจินตนาการที่ประหลาดๆ (Fantasy) เคลเลอร์เห็นว่าปัจจัยอยู่ 4 ประการที่มีความสำคัญต่อแรงจูงใจในการเรียนรู้ ได้แก่ การรักษาความสนใจ (Maintenance of Attention) ความสอดคล้องของวัสดุอุปกรณ์การสอน (Relevance of the Material) ความเชื่อมั่นของผู้เรียน (Student Confidence) และความพึงพอใจของผู้เรียน (Student Satisfaction)

2.11 การควบคุม (Locus of control)

อเลสซีและทรอลลลิป (Alessi and Trollip, 1991: 12-13) เห็นว่าตัวแปรสำคัญในการออกแบบโปรแกรมการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ทุกโปรแกรม คือ การควบคุมการเรียนการสอน สิ่งที่ต้องมีการควบคุมประกอบด้วยลำดับขั้นของการเรียนการสอน เนื้อหาบทเรียน วิธีการเรียน และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ซึ่งอาจควบคุมโดยผู้เรียนหรือควบคุมโดยโปรแกรม หรือทั้งสองฝ่ายร่วมกันควบคุม แม้จะมีงานวิจัยที่ระบุว่า การให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมจะดีกว่า (Laurillard, 1987) แต่โปรแกรมการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ทุกโปรแกรมมีส่วนผสมระหว่างการให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมกับการที่โปรแกรมเป็นผู้ควบคุมเสมอ

2.12 การถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning)

การเรียนรู้จากการสอนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นเพียงการเรียนรู้ขั้นต้นก่อนที่จะนำไปประยุกต์หรือไปใช้ในโลกแห่งความเป็นจริง การถ่ายโยงความรู้หมายถึงการสามารถนำสิ่งที่ทำได้ในขณะที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ไปใช้ในโลกแห่งความเป็นจริงได้ การถ่ายโยงนี้เป็นผลจากชนิด ปริมาณ และความหลากหลายของปฏิสัมพันธ์จากความเหมือนจริงของการเรียนการสอน และจากวิธีการสอนที่นำมาใช้ในการฝึกอบรม การถ่ายโยงความรู้เป็นผล (Outcome) ที่สำคัญที่สุดของการฝึก (Clark and Voogel, 1985; Cormier and Hagman, 1987 cited by Alessi and Trollip, 1991: 13)

2.13 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences)

การเรียนรู้ของคนเราทุกคนไม่ใช่จะเป็นแบบเดียวกันหมด อัตราความเข้าใจในการเรียนรู้ก็ไม่ได้เป็นอัตราเดียวกัน ผู้เรียนบางคนอาจเรียนได้ดีกับวิธีการเรียนการสอนวิธีอื่นกว่าการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมการสอนด้วยคอมพิวเตอร์มักได้รับการสรรเสริญเยินยอว่ามีความสามารถเอื้อประโยชน์ในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล แต่โปรแกรมการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผลิตขึ้นในเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่ก็ไม่ได้มีวิธีสอนที่แตกต่างกันให้ผู้เรียนแต่ละคน โปรแกรมที่ดีจะปรับตัวเองให้เข้ากับสติปัญญาและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษแก่ผู้เรียนที่เรียนอ่อน และให้แรงจูงใจที่แตกต่างต่อการตอบสนองของผู้เรียนที่ต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนต้องการบทเรียนที่แตกต่างกัน การจับคู่ระหว่างบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนจึงมีความสำคัญ ซึ่งจะทำเช่นนั้นได้ โปรแกรมต้องสามารถประเมินความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อจับคู่ที่เหมาะสมและทำอย่างอื่นที่เป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันได้ (Alessi and Trollip, 1991: 13)

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสมา สอนประสม และ ปรีชา อนุพงษ์ธองอาจ (2550) ได้ศึกษา การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์” ซึ่งในการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์” และรวมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์” และศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 48 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์” โดยใช้โปรแกรม Dream Weaver , Photoshop , Macromedia Flash Professional 8 , Java Script แบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียน ข้อสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 วิชา ฟิสิกส์ 1 (PHY 121) เรื่อง พลศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์” สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ T-Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์” มีค่าประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับ 80.98 และค่าประสิทธิผลเท่ากับ 0.62
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “พลศาสตร์” สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยสื่อนี้ และพบว่ามี ความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์” โดยมีค่าระดับเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.654 แสดงว่า นักศึกษามีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนนี้ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก
4. นักศึกษามีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์” ในข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนนี้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.516 การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.488 และแบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.617

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2548) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง กลศาสตร์ ของไหล และหาประสิทธิภาพ ประสิทธิผลของ CAI รวมทั้งประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ CAI กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักศึกษาคณะเภสัชศาสตร์และนักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 : กลศาสตร์ ความร้อน ของไหล ในภาคเรียนที่ 1/2549 จำนวน 43 คน พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกลศาสตร์ของไหล ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ 80/73 77/73 และ 62/73 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และค่าประสิทธิผลเท่ากับ 0.6 เมื่อจำแนกตามคณะ พบว่า คณะเภสัชศาสตร์มีค่าประสิทธิภาพ 87/81 83/81 และ 73/81ตามลำดับ และค่าประสิทธิผล เท่ากับ 0.7 คณะเทคนิคการแพทย์ มีค่าประสิทธิภาพ 71/62 68/62 และ47/62 ตามลำดับ และค่าประสิทธิผล เท่ากับ 0.4
2. ความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกลศาสตร์ของไหลใน 3 ด้าน คือ ด้านป้อนนำทาง และการควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.459 ด้านเนื้อหาวิชา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.544 และ ด้านปฏิสัมพันธ์และการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.460 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี
3. เมื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกลศาสตร์ของไหลของนักศึกษา คณะเภสัชศาสตร์ และคณะเทคนิคการแพทย์ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p = .05$)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” (ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย) ของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีชีวภาพและคณะวิทยาศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เคมีวิเคราะห์ (CHM233) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 และเพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาในการใช้บทเรียนช่วยสอนชุดนี้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีชีวภาพและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เคมีวิเคราะห์ (CHM233) จำนวน 109 คน (ข้อมูลจากสำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยรังสิต ณ วันที่ 30 มิถุนายน 2553)

กลุ่มตัวอย่างทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยแบ่งตามหัวข้อต่อไปนี้

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”
2. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”

3.2 เครื่องมือในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”
2. แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”
2. ในหัวข้อ การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ มีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 ศึกษาและรวบรวมเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง จากเอกสารคำสอนวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) เรียบเรียงโดย ผศ. ปัญญา มณีจักร์
 - 2.2 กำหนดขอบเขตและรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ โดยได้กำหนดรูปแบบการนำเสนอเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือแสดงผ่านเว็บ ทำให้สามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา
 - 2.3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องการเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ โดยได้เลือกแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบ เนื่องจากแบบทดสอบแบบนี้ นักศึกษาสามารถทราบผลคะแนนการทำข้อสอบได้ด้วยตัวเอง หลังจากที่ทำแบบทดสอบเสร็จ ซึ่งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนนี้ได้มาจากคลังข้อสอบของวิชาเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต โดยมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80
 - 2.4 ออกแบบโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้โดยจัดทำแผนผังการทำงาน และ Story board เป็นการร่างโครงสร้างของการจัดทำบทเรียนทั้งหมด กำหนดการเชื่อมโยงแต่ละหน้าเข้าด้วยกัน

2.5 ดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ตามที่ได้ออกแบบ โดยเลือกโปรแกรมที่มีความสามารถในการจัดทำตามเนื้อหาใน Story board ที่ได้วางโครงสร้างไว้ โดยงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม โดยใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft office PowerPoint 2007 และ Adobe presenter 6

2.6 ดำเนินการจัดทำไฟล์เสียงบรรยาย และทำการใส่ไฟล์เสียงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้

3. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

3.4 ลักษณะเครื่องมือในการวิจัย

1. แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” โดยสอบถามรายการที่ประเมินความพึงพอใจมี 4 ด้าน มีรายละเอียดดังนี้คือ

1. ด้านการใช้งาน

- 1.1 การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน
- 1.2 การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว
- 1.3 ความสะดวกของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ
- 1.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ด้านการนำเสนอ

- 2.1 รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน
- 2.2 ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม
- 2.3 เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม
- 2.4 เสียงบรรยายมีความเหมาะสม
- 2.5 บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน

3. ด้านเนื้อหา

- 3.1 วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 3.2 เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้
- 3.3 การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง
- 3.4 แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา
- 3.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนรู้

4. ด้านการประเมินผลการเรียน

- 4.1 ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ
- 4.2 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา
- 4.3 แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา

โดยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับของความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อข้อคำถามที่กำหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แบ่งระดับความพึงพอใจ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ น้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

1. เก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้
 - 1.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำงานวิจัยให้ประชากรรับทราบ
 - 1.2 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาคณะคณะเทคโนโลยีชีวภาพและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เคมีวิเคราะห์ (CHM233) จำนวน 109 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 50 คน

- 1.3 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน ทำการประเมินผลการทดสอบ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลผลการทดสอบก่อนเรียน
- 1.4 ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้ในเว็บไซต์ <http://www.elearning.rsu.ac.th> , คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี วิชา CHM221 & CHM233 เคมีวิเคราะห์ (BT , MT , BMS ,CHM) รหัสผ่าน วิชาคือ 221 รหัสผ่าน การทำแบบเรียน 221
- 1.5 เมื่อกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้ แล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน ทำการประเมินผลการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลผลการทำแบบฝึกหัดและผลการทดสอบหลังเรียน
- 1.6 นำผลการทดสอบก่อนเรียน และผลการทดสอบหลังเรียน เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้

หมายเหตุ กลุ่มตัวอย่างจะต้องทำข้อ 1.3 1.4 1.5 และ 1.6 ต่อเนื่องกันในเวลาที่กำหนด

2. เก็บข้อมูลเพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้
 - 2.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์สำหรับแบบสอบถามความพึงพอใจให้ประชากรรับทราบ
 - 2.2 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 50 คน ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้ในเว็บไซต์ <http://www.elearning.rsu.ac.th> , คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี วิชา CHM221 & CHM233 เคมีวิเคราะห์ (BT , MT , BMS ,CHM) รหัสผ่าน วิชาคือ 221 รหัสผ่าน การทำแบบเรียน 221
 - 2.3 เมื่อกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”
 - 2.3 นำข้อมูลจากแบบสอบถาม มาวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

เมื่อรวบรวมข้อมูลจากคะแนนทดสอบของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามมาได้แล้ว นำมาวิเคราะห์ผล ดังนี้

1. ผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและผลคะแนนการทดสอบหลังเรียน เพื่อหาค่าประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยงานวิจัยนี้หาค่าดัชนีประสิทธิผลของสื่อโดยใช้วิธีของ กูดแมน เฟรทเชอร์ และชไนเดอร์ (Goodman, Fletcher and Schneider. 1980 : 30 – 34) มีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนผู้เรียนทั้งหมด})(\text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

2. ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” ผู้วิจัยนำมาประมวลผล และวิเคราะห์ผลแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์อันดับความพึงพอใจโดยหาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)
3. ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” ผู้วิจัยนำมาประมวลผล และวิเคราะห์ผลแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD) และสรุปตามเกณฑ์การให้คะแนน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” โดยผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตาราง ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนรวม แบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน

ตารางที่ 2 แสดงค่าจำนวนคน และค่าร้อยละของระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง

“ การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลจากคะแนนทดสอบของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามมาได้แล้ว นำมาวิเคราะห์ผล ดังนี้

1. ผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและผลการทดสอบหลังเรียน เพื่อหาค่าประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

ดัชนีประสิทธิผล =
$$\frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนผู้เรียนทั้งหมด})(\text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

2. ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นำมาวิเคราะห์ผลแบบประเมินเป็นมาตราส่วน

ประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์อันดับความพึงพอใจโดยหาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอในรูปแบบตารางโดยละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียนและประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม แบบทดสอบ ก่อนเรียน	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน	ประสิทธิผล
50	400	11020	16620	0.62

จากตารางที่ 1 เมื่อนำผลคะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียนสามารถคำนวณหาประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” ดังนี้

ดัชนีประสิทธิผล =
$$\frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนผู้เรียนทั้งหมด})(\text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

$$= \frac{16620 - 11020}{(50)(400) - 11020} = 0.62$$

ประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” มีค่า 0.62 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62

ตารางที่ 2 แสดงค่าจำนวนคน และค่าร้อยละของระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”

ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”	จำนวน(คน)				ร้อยละ			
	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ด้านการใช้งาน								
1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน	2	9	23	16	4	18	46	32
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว	2	8	22	18	4	16	44	36
3. ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ	0	8	17	26	0	16	34	52
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	0	3	18	29	0	6	36	58
ด้านการนำเสนอ								
1. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน	1	1	21	27	2	2	42	52
2. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม	1	6	23	19	2	12	46	38
3. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม	1	8	24	17	2	16	48	34
4. เสียงบรรยายมีความเหมาะสม	1	13	15	21	2	26	30	42
5. บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน	1	3	17	30	2	6	34	60

ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมี วิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลาย ในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”	จำนวน(คน)				ร้อยละ			
	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด
ด้านเนื้อหา								
1. วัตถุประสงค์มีความสอดคล้อง กับเนื้อหาบทเรียน	0	2	17	31	0	4	34	62
2. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุม เนื้อหาการเรียนรู้	0	4	17	27	0	8	34	54
3. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับ เนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยง และต่อเนื่อง	0	3	19	27	0	6	38	54
4. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับ เนื้อหาและมีประโยชน์กับ นักศึกษา	0	1	15	33	0	2	30	66
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียน การเรียนรู้	0	1	21	28	0	2	42	56
ด้านการประเมินผลการเรียน								
1. ความเหมาะสมกับจำนวน แบบทดสอบ	0	4	21	25	0	8	42	50
2. ความสอดคล้องของแบบทดสอบ กับเนื้อหาวิชา	0	2	18	30	0	4	36	60
3. แบบทดสอบทำให้นักศึกษามี ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา	0	6	23	21	0	12	46	42

จากตารางที่ 2 เมื่อนำระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” มาคำนวณ เป็นค่าร้อยละ พบว่า

1. ด้านการใช้งาน

- 1.1 การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 32 และ ปานกลาง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 18
- 1.2 การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 44 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และ ปานกลาง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16
- 1.3 ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมาคือ มาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง มีจำนวนคือ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16
- 1.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 58 รองลงมาคือ มาก จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และปานกลาง มีจำนวนคือ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6

2. ด้านการนำเสนอ

- 2.1 รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมาคือ มาก จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และปานกลาง มีจำนวนคือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2
- 2.2 ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 38 และปานกลาง มีจำนวนคือ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12
- 2.3 เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมาคือมากที่สุด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16
- 2.4 เสียงบรรยายมีความเหมาะสม นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมาคือ มาก จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และปานกลาง มีจำนวนคือ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 26

- 2.5 บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ มาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง มีจำนวนคือ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6

3. ด้านเนื้อหา

- 3.1 วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 62 รองลงมาคือ มาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง มีจำนวนคือ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4
- 3.2 เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมาคือ มาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง มีจำนวนคือ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8
- 3.3 การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมาคือ มาก จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 38 และปานกลาง มีจำนวนคือ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6
- 3.4 แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 66 รองลงมาคือ มาก จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และปานกลาง มีจำนวนคือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2
- 3.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 56 รองลงมาคือ มาก จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และปานกลาง มีจำนวนคือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2

4. ด้านการประเมินผลการเรียน

- 4.1 ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ มาก จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และปานกลาง มีจำนวนคือ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8
- 4.2 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ มาก จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และปานกลาง มีจำนวนคือ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4
- 4.3 แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และปานกลาง มีจำนวนคือ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12

4.4

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”	$\bar{x}$	S.D.	ค่าระดับการประเมิน	อันดับที่
ด้านการใช้งาน				
1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน	4.06	0.810	มาก	12
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว	4.12	0.816	มาก	11
3. ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ	4.44	0.408	มาก	6
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.52	0.608	มากที่สุด	4
ด้านการนำเสนอ				
1. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน	4.48	0.640	มาก	5
2. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม	4.14	0.938	มาก	10
3. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม	4.14	0.749	มาก	10
4. เสียงบรรยายมีความเหมาะสม	4.12	0.863	มาก	11
5. บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน	4.58	0.289	มากที่สุด	1
ด้านเนื้อหา				
1. วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน	4.58	0.569	มากที่สุด	1

ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”	$\bar{x}$	S.D.	ค่าระดับ การประเมิน	อันดับที่
2.				
3. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้	4.30	1.082	มาก	9
4. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มี ความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง	4.40	0.872	มาก	8
5. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและ มีประโยชน์กับนักศึกษา	4.56	0.828	มากที่สุด	2
6. ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนรู้	4.54	0.537	มากที่สุด	3
ด้านการประเมินผลการเรียน				
1. ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ	4.42	0.635	มาก	7
2. ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับ เนื้อหาวิชา	4.56	0.571	มากที่สุด	2
3. แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจใน เนื้อหาวิชา	4.30	0.671	มาก	9
ค่าระดับเฉลี่ย	4.37	0.748	มาก	

โดยเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเหมาะสมตามความพึงพอใจของนักศึกษา ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ น้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

จากตารางที่ 3 เมื่อนำระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” มาคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) พบว่า

1. ด้านการใช้งาน

- 1.1 การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.810 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 1.2 การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.816 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 1.3 ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.408 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 1.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.608 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

2. ด้านการนำเสนอ

- 2.1 รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.640 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 2.2 ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.938 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 2.3 เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.479 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 2.4 เสียงบรรยายมีความเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.863 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 2.5 บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.289 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3. ด้านเนื้อหา

- 3.1 วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.569 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด
- 3.2 เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.082 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 3.3 การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.872 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 3.4 แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.828 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนนี้ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.537 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

4. ด้านการประเมินผลการเรียน

4.1 ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.635 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

4.2 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.571 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

4.3 แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.671 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

นอกจากนี้ เมื่อนำมาหาค่าระดับเฉลี่ย พบว่า มีค่าเท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.748 แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนนี้อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

จากตารางที่ 3 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) มาเรียงอันดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดพบว่า

อันดับที่ 1 คือ บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน

อันดับที่ 1 คือ วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน

อันดับที่ 2 คือ ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา

อันดับที่ 2 คือ แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา

อันดับที่ 3 คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนนี้

อันดับที่ 4 คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

อันดับที่ 5 คือ รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน

อันดับที่ 6 คือ ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ

อันดับที่ 7 คือ ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ

อันดับที่ 8 คือ การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง

อันดับที่ 9 คือ เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้

อันดับที่ 9 คือ แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา

อันดับที่ 10 คือ เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม

อันดับที่ 10 คือ ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม

อันดับที่ 11 คือ เสียงบรรยายมีความเหมาะสม

อันดับที่ 11 คือ การเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว

อันดับที่ 12 คือ การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบทเรียน และทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” กับ นักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยบทเรียนนี้ รวมถึงศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 109 คน (ข้อมูลจากสำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยรังสิต ณ วันที่ 30 มิถุนายน 2553)

กลุ่มตัวอย่างทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยแบ่งตามหัวข้อต่อไปนี้

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”
2. แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ”

5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากตารางที่ 1 เมื่อนำผลคะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียนสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีค่า 0.62 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62

จากตารางที่ 2 เมื่อนำระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” มาคำนวณเป็นค่าร้อยละ พบว่า

1. ด้านการใช้งาน

- 1.1 การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน นักศึกษา ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 32 และ ปานกลาง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 18
- 1.2 การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว นักศึกษา ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 44 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และ ปานกลาง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16
- 1.3 ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมาคือ มาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง มีจำนวนคือ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16
- 1.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุด จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 58 รองลงมาคือ มาก จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และปานกลาง มีจำนวนคือ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6

2. ด้านการนำเสนอ

- 2.1 รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมาคือ มาก จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และปานกลาง มีจำนวนคือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2

- 1.1 ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 38 และปานกลาง มีจำนวนคือ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12
 - 1.2 เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมาคือมากที่สุด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16
 - 1.3 เสียงบรรยายมีความเหมาะสม นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมาคือ มาก จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และปานกลาง มีจำนวนคือ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 26
 - 1.4 บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ มาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง มีจำนวนคือ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6
3. ด้านเนื้อหา
- 3.1 วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 62 รองลงมาคือ มาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง มีจำนวนคือ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4
 - 3.2 เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมาคือ มาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 34 และปานกลาง มีจำนวนคือ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8
 - 3.3 การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมาคือ มาก จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 38 และปานกลาง มีจำนวนคือ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6
 - 3.4 แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 66 รองลงมาคือ มาก จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และปานกลาง มีจำนวนคือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2
 - 3.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 56 รองลงมาคือ มาก จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และปานกลาง มีจำนวนคือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2

4 ด้านการประเมินผลการเรียน

- 4.1 ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ มาก จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และปานกลาง มีจำนวนคือ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8
- 4.2 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มากที่สุด จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ มาก จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และปานกลาง มีจำนวนคือ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4
- 4.3 แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ มาก จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ รองลงมาคือ มากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และปานกลาง มีจำนวนคือ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12

จากตารางที่ 3 เมื่อนำระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียน วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” มาคำนวณเป็นค่าร้อยละ มาคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD.) พบว่า

1. ด้านการใช้งาน

- 1.1 การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.810 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 1.2 การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.816 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 1.3 ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.408 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 1.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.608 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

2. ด้านการนำเสนอ

- 2.1 รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.640 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก
- 2.2 ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.938 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

2.3 เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ

4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.479 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

2.4 เสียงบรรยายมีความเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.863 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

2.5 บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.289 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3. ด้านเนื้อหา

3.1 วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.569 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.2 เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.082 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

3.3 การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.872 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

3.4 แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.828 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนนี้ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.537 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

4. ด้านการประเมินผลการเรียน

4.1 ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.635 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

4.3 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.571 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

4.3 แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.671 แสดงว่า ระดับความพึงพอใจ มาก

นอกจากนี้ เมื่อคำนวณหาค่าระดับเฉลี่ย พบว่า มีค่าเท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.748 แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนนี้อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

- จากตารางที่ 3 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) มาเรียงอันดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดพบว่า
- อันดับที่ 1 คือ บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน
 - อันดับที่ 1 คือ วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน
 - อันดับที่ 2 คือ ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา
 - อันดับที่ 2 คือ แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา
 - อันดับที่ 3 คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนรู้
 - อันดับที่ 4 คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - อันดับที่ 5 คือ รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน
 - อันดับที่ 6 คือ ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ
 - อันดับที่ 7 คือ ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ
 - อันดับที่ 8 คือ การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง
 - อันดับที่ 9 คือ เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้
 - อันดับที่ 9 คือ แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา
 - อันดับที่ 10 คือ เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม
 - อันดับที่ 10 คือ ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม
 - อันดับที่ 11 คือ เสียงบรรยายมีความเหมาะสม
 - อันดับที่ 11 คือ การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว

อันดับที่ 12 คือ การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน

จากคะแนนเฉลี่ยเมื่อนำมาจัดอันดับทำให้พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมการเรียนรู้ นักศึกษามีความพึงพอใจมากที่สุด ด้านวัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน และ วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน รองลงมาที่นักศึกษามีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงามเสียงบรรยายมีความเหมาะสม การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและ รวดเร็ว และสุดท้ายคือ การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” มีค่าประสิทธิผลเท่ากับ 0.62
2. นักศึกษามีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ในข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.289 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.569 แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.571 และหัวข้อ ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.537 ส่วนข้อที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.749 ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.938 เสียงบรรยายมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.863 การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.816 การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.810

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยนำมาอภิปราย ได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” มีค่าประสิทธิผลของ 0.62 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้จริง มีค่าประสิทธิผลมากกว่า 0.5
2. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” อยู่ในระดับพึงพอใจมาก แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ เนื่องจาก ได้ประโยชน์จากบทเรียนการเรียนรู้ แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหา นอกจากนี้การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง
3. ในด้านเทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตามภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม เสียงบรรยายมีความเหมาะสม การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว และการออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน จะต้องปรับปรุงให้ดีขึ้นเนื่องจากได้คะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจในส่วนนี้น้อยกว่าข้ออื่น ๆ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

- 1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” นี้ สามารถนำไปใช้ในการเรียนเสริมให้กับนักศึกษาที่เรียนรายวิชาเคมีวิเคราะห์ (CHM233) และ รายวิชาเคมีวิเคราะห์พื้นฐาน (CHM221) หรือสามารถใช้ในการเรียนเสริมให้กับผู้เรียนที่เรียนวิชาเคมีในหัวข้อ “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ” ได้
- 1.2 เพื่อให้บทเรียนนี้มีประโยชน์ต่อนักศึกษามากที่สุด อาจารย์ผู้สอนควรมอบหมายให้นักศึกษาศึกษาหาความรู้และทบทวนบทเรียนด้วยตนเองจากบทเรียนนี้ และอาจมอบหมายให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดจากบทเรียนนี้
- 1.3 สถานศึกษาควรจัดเตรียมคอมพิวเตอร์ และควรมีระบบออนไลน์ที่สามารถรองรับการใช้งานที่มีประสิทธิภาพให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรปรับปรุงบทเรียนช่วยสอนนี้ ควรเพิ่มตัวอย่างในแต่ละหัวข้อให้มากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการทำโจทย์แบบฝึกหัดให้กับนักศึกษาควรเพิ่มแบบฝึกหัดพร้อมเฉลย เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษาสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมให้กับตนเอง และจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนช่วยสอนนี้ดีขึ้น
- 2.2 ปรับปรุงภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม คำอธิบายต่าง ๆ ให้น่าสนใจ และน่าฟัง เพื่อให้นักศึกษาประกอบการเรียนและมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
- 2.3 ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชา เคมีวิเคราะห์ ในทุกหัวข้อ เพื่อให้นักศึกษาสามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา แม้ไม่ได้เข้าเรียนในชั่วโมงนั้น

บรรณานุกรม

- กาญจนา จันทร์ประเสริฐ. 2548. รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล, ศูนย์สนับสนุนการเรียนการสอน, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ชม ภูมิภาค. 2523. จิตวิทยาการสอนและการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ประสานมิตร.
- เสกสรรค์ ใจดี. ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เส้นทางการดำ(Online). <http://gotoknow.org/blog/lososs/212376>, 4 มกราคม 2551
- สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์. 2550. ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ (Online). http://web1.dara.ac.th/adisak/forum_posts.asp?TID=126&get=last, 6 มกราคม 2551
- เสมา สอนประสม, ปรียา อนุพงษ์อ้อจ 2550. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริม การเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์”. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้ระบบ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วย

ความเข้มข้นต่าง ๆ ”

วัตถุประสงค์ในการจัดทำ

เพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ ” ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนบทเรียน เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ตลอดเวลา

1. ความต้องการของระบบ

ข้อกำหนดทั่วไปของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบ ต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานดังนี้

- 1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ CPU Pentium II ขึ้นไป หน่วยความจำ 128 MB ขึ้นไป
- 1.2 จอแสดงผล 14 นิ้วขึ้นไป และการ์ดจอภาพแบบ SVGA (1024 x 768 , 256 สี ขึ้นไป)
- 1.3 CD-ROM DRIVE ความเร็วตั้งแต่ 40X ขึ้นไป
- 1.4 แป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษ และเมาส์
- 1.5 โปรแกรม Explorer 5.0 ขึ้นไป
- 1.6 ระบบปฏิบัติการ Window 2003 ขึ้นไป

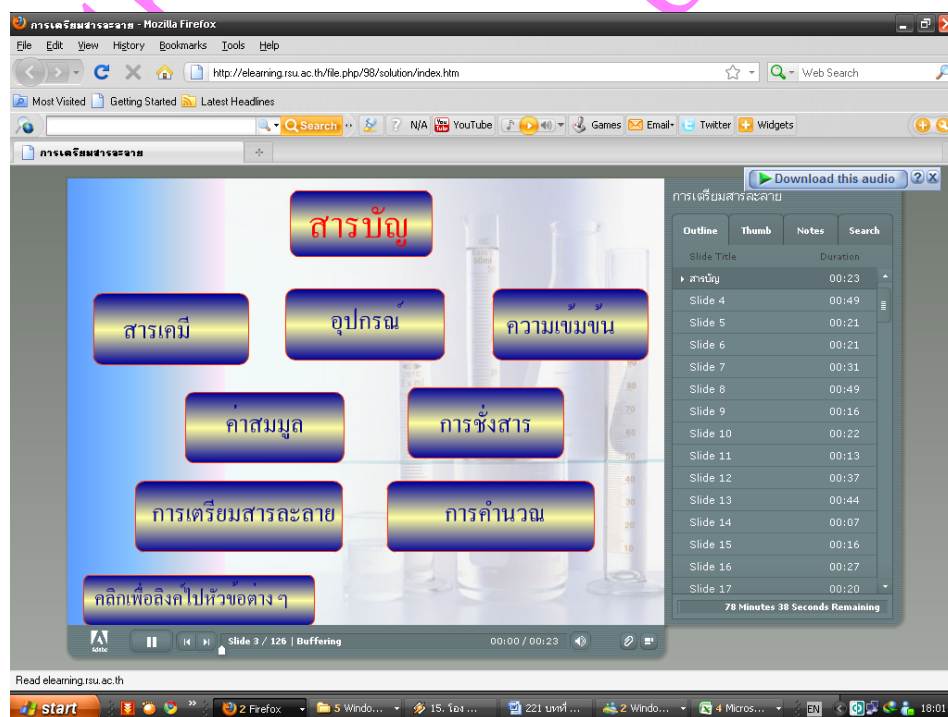
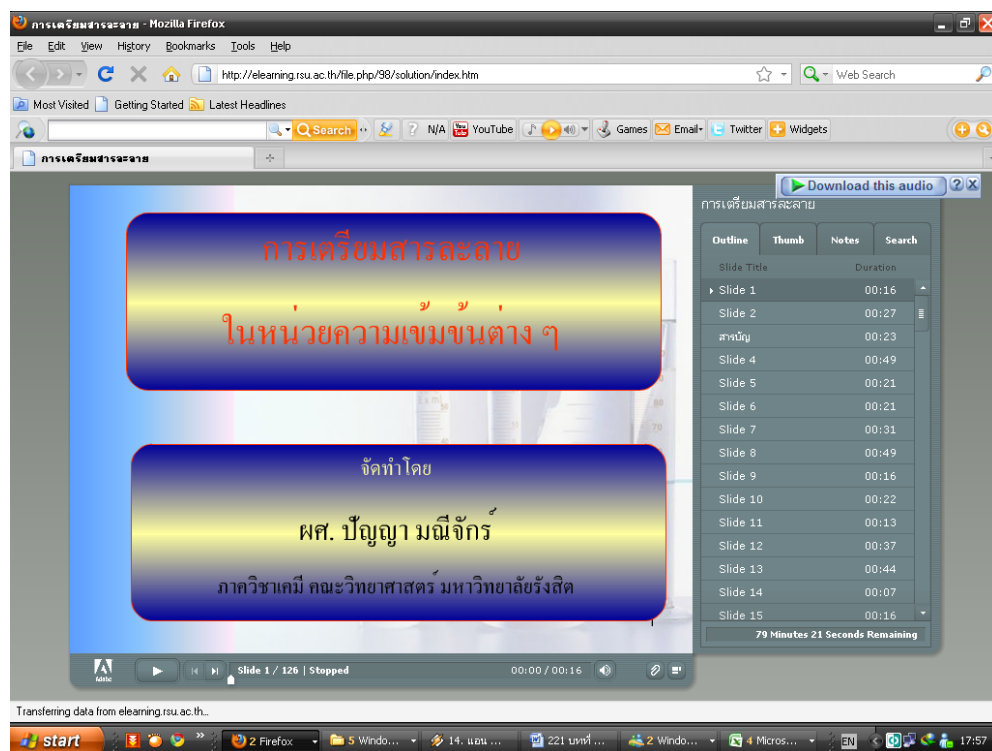
2. ขั้นตอนการเรียกใช้ระบบ สามารถใช้งานได้ จาก

ศึกษาจาก Windows Explorer และเข้าไปที่ <http://www.elearning.rsu.ac.th> ,คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี วิชา CHM221 &CHM233 เคมีวิเคราะห์ (BT , MT , BMS ,CHM) รหัสผ่าน วิชาคือ 221 รหัสผ่าน การทำแบบเรียน 221

3. เนื้อหาและการใช้งานของระบบ

หน้าจอหลักแสดงหน้าจอคำแนะนำ ประกอบด้วย

หน้าจอทางด้านซ้ายแสดงเมนูหลัก ของโปรแกรม โดยนักศึกษาสามารถเลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา โดยการคลิกหัวข้อต่างๆ ดังนี้



การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

อุปกรณ์สำหรับเตรียมสารละลาย

เครื่องชั่ง ขวดชั่ง กระบอกตวง

ปิเปต ขวดวัดปริมาตร บีกเกอร์

คลิกเพื่อลิงค์ไปหัวข้อต่าง ๆ

กลับสู่สารบัญ

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline	Thumb	Notes	Search
Slide Title			Duration
สารบัญ			00:23
Slide 4			00:49
Slide 5			00:21
Slide 6			00:21
Slide 7			00:31
Slide 8			00:49
Slide 9			00:16
Slide 10			00:22
Slide 11			00:13
Slide 12			00:37
Slide 13			00:44
Slide 14			00:07
Slide 15			00:16
Slide 16			00:27
Slide 17			00:20

75 Minutes 22 Seconds Remaining

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 16. แบน ... 221 นทรี ... 2 Windo... 4 Micros... EN 18:03

ตัวอย่างหน้าจอ

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

6. บีกเกอร์(breaker)

http://www.nagracport.com/glass/breaker.jpg

กลับสู่สารบัญ

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline	Thumb	Notes	Search
Slide Title			Duration
Slide 4			00:49
Slide 5			00:21
Slide 6			00:21
Slide 7			00:31
Slide 8			00:49
Slide 9			00:16
Slide 10			00:22
Slide 11			00:13
Slide 12			00:37
Slide 13			00:44
Slide 14			00:07
Slide 15			00:16
Slide 16			00:27
Slide 17			00:20
Slide 18			00:21

72 Minutes 48 Seconds Remaining

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 16. แบน ... 221 นทรี ... 2 Windo... 4 Micros... EN 18:04

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline Thumb Notes Search

Slide Title	Duration
Slide 5	00:21
Slide 6	00:21
Slide 7	00:31
Slide 8	00:49
Slide 9	00:16
Slide 10	00:22
Slide 11	00:13
Slide 12	00:37
Slide 13	00:44
Slide 14	00:07
Slide 15	00:16
Slide 16	00:27
Slide 17	00:20
Slide 18	00:21
Slide 19	00:56

72 Minutes 1 Seconds Remaining

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 16. แนน ... 221 นท ... 2 Windo... 4 Micros... 18:05

ความเข้มข้นของสารละลาย

ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ

ความเข้มข้นในหน่วยโมลาร์(M)

ความเข้มข้นในหน่วยนอร์มัล(N)

ความเข้มข้นในหน่วย ppm

คลิกเพื่อลิงค์ไปหัวข้อต่าง ๆ

กลับสู่สารบัญ

Slide 18 / 126 | Stopped

00:00 / 00:21

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline Thumb Notes Search

Slide Title	Duration
Slide 23	01:21
Slide 24	01:32
Slide 25	01:33
Slide 26	00:45
Slide 27	00:56
Slide 28	01:36
Slide 29	01:15
Slide 30	01:36
Slide 31	00:42
Slide 32	01:12
Slide 33	02:12
Slide 34	00:58
Slide 35	01:31
Slide 36	01:25
Slide 37	01:50

49 Minutes 12 Seconds Remaining

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 16. แนน ... 221 นท ... 2 Windo... 4 Micros... 18:06

เลขออกซิเดชันต่ออะตอม

เดิม 2 หน้า XO_4^- เพื่อให้จำนวน X เท่ากัน

เลขออกซิเดชันรวม

เดิม 12e- ด้าน XO_4^-

n ของ $\text{XO}_4^- = \frac{12}{2} = 6$ (จำนวน n จะต้องหาคือ หนึ่งอนุภาคเสมอ)

และ n ของ $\text{X}_2\text{O} = 12$

$\text{XO}_4^-(\text{aq}) \rightarrow \text{X}_2\text{O}(\text{aq})$

$+7 \quad +1$

$2\text{XO}_4^-(\text{aq}) \rightarrow \text{X}_2\text{O}(\text{aq})$

$+14 \quad +2$

$2\text{XO}_4^-(\text{aq}) + 12e^- \rightarrow \text{X}_2\text{O}(\text{aq})$

Slide 36 / 126 | Stopped

01:23 / 01:25

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline	Thumb	Notes	Search
Slide Title		Duration	
Slide 26		00:45	
Slide 27		00:56	
Slide 28		01:36	
Slide 29		01:15	
Slide 30		01:36	
Slide 31		00:42	
Slide 32		01:12	
Slide 33		02:12	
Slide 34		00:58	
Slide 35		01:31	
Slide 36		01:25	
Slide 37		01:50	
Slide 38		00:24	
Slide 39		01:21	
Slide 40		01:14	
47 Minutes 17 Seconds Remaining			

การคำนวณ

สารมาตรฐานปฐมภูมิ

สารทุติยภูมิ

สารที่เป็นของเหลว

reagent

คลิกเพื่อลิงก์ไปหัวข้อต่าง ๆ

กลับสู่สารบัญ

Slide 38 / 126 | Playing

00:03 / 00:24

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 16. แนน ... 221 นทห ... 2 Windo... 4 Micros... EN 18:07

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline	Thumb	Notes	Search
Slide Title		Duration	
Slide 54		00:34	
Slide 55		01:29	
Slide 56		00:44	
Slide 57		01:10	
Slide 58		00:51	
Slide 59		01:11	
Slide 60		01:03	
Slide 61		00:45	
Slide 62		01:10	
Slide 63		01:15	
Slide 64		01:17	
Slide 65		01:15	
Slide 66		00:20	
Slide 67		00:11	
Slide 68		00:24	
14 Minutes 13 Seconds Remaining			

เทคนิคการชั่งสาร

การใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

การใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

คลิกเพื่อลิงก์ไปหัวข้อต่าง ๆ

กลับสู่สารบัญ

Slide 67 / 126 | Buffering

00:00 / 00:11

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 17. แนน ... 221 นทห ... 2 Windo... 4 Micros... EN 18:08

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline Thumb Notes Search

Slide Title	Duration
Slide 54	00:34
Slide 55	01:29
Slide 56	00:44
Slide 57	01:10
Slide 58	00:51
Slide 59	01:11
Slide 60	01:03
Slide 61	00:45
Slide 62	01:10
Slide 63	01:15
Slide 64	01:17
Slide 65	01:15
Slide 66	00:20
Slide 67	00:11
Slide 68	00:24

14 Minutes 28 Seconds Remaining

เทคนิคการชั่งสาร

เทคนิคการเตรียมสารละลาย

คลิกเพื่อลิงค์ไปหัวข้อต่างๆ

กลับสู่สารบัญ

Slide 66 / 126 | Playing 00:05 / 00:20

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 17. แบน ... 221 นทห ... 2 Windo... 4 Micros... 18:08

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline Thumb Notes Search

Slide Title	Duration
Slide 68	00:24
Slide 69	00:14
Slide 70	00:18
Slide 71	00:27
Slide 72	00:15
Slide 73	00:33
Slide 74	00:15
Slide 75	00:15
Slide 76	00:11
Slide 77	00:11
Slide 78	00:17
Slide 79	00:13
Slide 80	00:21
Slide 81	00:14
Slide 82	00:18

10 Minutes 6 Seconds Remaining

81

Slide 81 / 126 | Playing 00:03 / 00:14

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 17. แบน ... 221 นทห ... 2 Windo... 4 Micros... 18:09

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline Thumb Notes Search

Slide Title	Duration
Slide 85	00:19
Slide 86	00:36
Slide 87	01:37
Slide 88	00:22
Slide 89	00:31
Slide 90	00:05
Slide 91	00:15
Slide 92	00:08
Slide 93	00:04
Slide 94	00:04
Slide 95	00:05
Slide 96	00:19
Slide 97	00:09
Slide 98	00:16
Slide 99	00:19

4 Minutes 31 Seconds Remaining

เทคนิคการเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลาย จากของแข็ง

การเตรียมสารละลาย จากของเหลว

คลิกเพื่อลิกไปหัวข้อต่าง ๆ

กลับสู่สารบัญ

Slide 98 / 126 | Playing

00:05 / 00:16

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 17. แบน ... 221 นท ... 2 Windo... 4 Micros... 18:10

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline Thumb Notes Search

Slide Title	Duration
Slide 91	00:15
Slide 92	00:08
Slide 93	00:04
Slide 94	00:04
Slide 95	00:05
Slide 96	00:19
Slide 97	00:09
Slide 98	00:16
Slide 99	00:19
Slide 100	00:07
Slide 101	00:05
Slide 102	00:09
Slide 103	00:14
Slide 104	00:15
Slide 105	00:09

4 Minutes 20 Seconds Remaining

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย

อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น ก่อนนำมาใช้

Slide 99 / 126 | Stopped

00:00 / 00:19

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Firefox 5 Windo... 17. แบน ... 221 นท ... 2 Windo... 4 Micros... 18:10

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline	Thumb	Notes	Search
Slide Title			Duration
Slide 113			00:10
Slide 114			00:04
Slide 115			00:12
Slide 116			00:10
Slide 117			00:15
Slide 118			00:15
Slide 119			00:14
Slide 120			00:08
Slide 121			00:09
Slide 122			00:05
Slide 123			00:10
Slide 124			00:14
Slide 125			00:05
Slide 126			00:05

0 Minutes 24 Seconds Remaining

Slide 124 / 126 | Stopped

00:00 / 00:14

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Fir... 5 Wi... 18. 14... 221 u... 2 Wi... 4 Mic... 3 Int... EN 18:12

การเตรียมสารละลาย - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/file.php/98/solution/index.htm

Most Visited Getting Started Latest Headlines

Search N/A YouTube Games Email Twitter Widgets

การเตรียมสารละลาย

Download this audio

การเตรียมสารละลาย

Outline	Thumb	Notes	Search
Slide Title			Duration
Slide 113			00:10
Slide 114			00:04
Slide 115			00:12
Slide 116			00:10
Slide 117			00:15
Slide 118			00:15
Slide 119			00:14
Slide 120			00:08
Slide 121			00:09
Slide 122			00:05
Slide 123			00:10
Slide 124			00:14
Slide 125			00:05
Slide 126			00:05

0 Minutes 5 Seconds Remaining

Slide 126 / 126 | Stopped

00:00 / 00:05

Transferring data from elearning.rsu.ac.th...

start 2 Fir... 5 Wi... 18. 14... 221 u... 2 Wi... 4 Mic... 3 Int... TH 18:12

- แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน
- ใช้เมาส์คลิกที่เมนูแบบทดสอบก่อนเรียน จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป

CHM221-233: 1. แบบทดสอบก่อนเรียน

http://elearning.rsu.ac.th/mod/quiz/view.php?id=17395

CHM221-233: 1. แบบทดสอบก่อนเรียน

Learning Management System

CHM221&233เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry)(BT MT BMS CHM)

Rangsit LMS > CHM221-233 > แบบทดสอบ > 1. แบบทดสอบก่อนเรียน เกี่ยวกับงานวิจัยการเรียนการสอนเรื่องการเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เกี่ยวกับงานวิจัยการเรียนการสอนเรื่องการเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ

นักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา CHM221 และ CHM233 ต้องเข้าทดสอบ แบบทดสอบก่อน ก่อนที่จะเข้าเรียนแบบเรียนเรื่องการเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ

คุณมีเวลา 2 ชั่วโมง

Attempts: 83

Preview quiz now

คุณเข้าสู่ระบบในชื่อ มศ ปิณฑามณีจักร (ออกจากระบบ)

- คลิก ทำ quiz ใส่ รหัสผ่าน 221

Hozilla Firefox

http://elearning.rsu.ac.th/mod/quiz/attempt.php?q=1270&forcenew=1

Learning Management System

นักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา CHM221 และ CHM233 ต้องเข้าทดสอบ แบบทดสอบก่อน ก่อนที่จะเข้าเรียนแบบเรียนเรื่องการเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ

คุณต้องมีรหัสผ่านในการทำแบบทดสอบนี้

รหัสผ่าน: [password field] [ยืนยัน]

คุณเข้าสู่ระบบในชื่อ มศ ปิณฑามณีจักร (ออกจากระบบ)

หน้าหลัก

- คลิกเลือกคำตอบที่ต้องการในวงกลมหน้าข้อ ก. , ข. , ค. , ง. , จ. แล้วกดส่ง

CHM221-233: 1. แบบทดสอบก่อนเรียน เกี่ยวกับงานวิจัยการเรียนการสอนเรื่องการเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/mod/quiz/attempt.php?q=1270

Most Visited Getting Started Latest Headlines

CHM221-233: 1. แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ

เริ่มใหม่

เหลือเวลา 1:58:26

คำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

คุณที่ไม่ได้ใช้ในการเตรียมสารละลาย

- ก. ขวดวัดปริมาตร
- ข. ขวดซังสาร
- ค. เครื่องซังสาร
- ง. ขวดรูปมพู
- จ. ปีเปต

คำตอบ:

ส่งข้อนี้

2 2. การเตรียมสารละลายจะไม่ต้องคำนึงถึง(น้อยที่สุด)ข้อใดต่อไปนี้

คะแนน: --/10

- ก. สถานะของสาร

- ทำไปจนครบ 40 ข้อ แล้วกดส่งคำตอบแล้วสิ้นสุดการทำแบบทดสอบ

CHM221-233: 1. แบบทดสอบก่อนเรียน เกี่ยวกับงานวิจัยการเรียนการสอนเรื่องการเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://elearning.rsu.ac.th/mod/quiz/attempt.php?q=1270

Most Visited Getting Started Latest Headlines

CHM221-233: 1. แบบทดสอบก่อนเรียน

ส่งข้อนี้

40 40. สำหรับสารตั้งต้นที่เป็นของเหลว เมื่อต้องการเตรียมสารละลาย ควรทำอะไร

เหลือเวลา 1:55:01

- ก. ดูดสารด้วยปีเปตใส่ในบีกเกอร์แล้วทำการทดลองเหมือนสารที่เป็นของแข็งส่วนเกินออก
- ข. นำไปซังเหมือนสารที่เป็นของแข็ง
- ค. ดูดสารด้วยปีเปตแล้วนำไปใส่ในขวดวัดปริมาตรได้เลย
- ง. ซังสารผ่านขวดวัดปริมาตรแล้วเติมน้ำให้ครบปริมาตรตามต้องการ
- จ. ไม่มีข้อถูก

คำตอบ:

ส่งข้อนี้

บันทึกโดยไม่ส่งคำตอบ ส่งทั้งหน้า ส่งคำตอบแล้วสิ้นสุดการทำแบบทดสอบ

คุณเข้าสู่ระบบในชื่อ มศ ปิณฑุภณณังกร (ออกจากระบบ)

007469823

CHM221-233

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

1. อุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้ในการเตรียมสารละลาย

- | | |
|-------------------|----------------|
| ก. ขวดวัดปริมาตร | ข. ขวดชั่งสาร |
| ค. เครื่องชั่งสาร | ง. ขวดรูปชมพู่ |
| จ. ปิเปต | |

เฉลยข้อ ง.

2. การเตรียมสารละลายจะไม่ต้องคำนึงถึง(น้อยที่สุด)ข้อใดต่อไปนี้

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| ก. สถานะของสาร | ข. ความบริสุทธิ์ของสาร |
| ค. ความสามารถในการละลายของสาร | |
| ง. เกรดของสารเคมี | จ. สูตรโมเลกุลของสารเคมี |

เฉลยข้อ ก.

3. สารละลายที่มีสารที่เป็นของแข็งละลายในของแข็งควรใช้ความเข้มข้นในหน่วยใด

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| ก. ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร | ข. ร้อยละโดยมวล |
| ค. ร้อยละโดยปริมาตร | ง. โมลาร์ |
| จ. นอร์มัล | |

เฉลยข้อ ข.

4. สารละลายที่มีสารที่เป็นของเหลวละลายในของเหลวควรใช้ความเข้มข้นในหน่วยใด

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| ก. ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร | ข. ร้อยละโดยมวล |
| ค. ร้อยละโดยปริมาตร | ง. โมลาร์ |
| จ. นอร์มัล | |

เฉลยข้อ ค.

5. ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยใดที่ใช้สำหรับสารละลายมาตรฐาน

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| ก. ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร | ข. ร้อยละโดยมวล |
| ค. นอร์มัล | ง. โมลาร์ |
| จ. ทั้ง ก และ ง | |

เฉลยข้อ จ.

6. เตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาตร 250 มิลลิลิตรจะต้องชั่ง NaCl ที่กี่กรัม

- | | | | |
|----|----|----|----|
| ก. | 5 | ข. | 10 |
| ค. | 15 | ง. | 20 |
| จ. | 25 | | |

เฉลยข้อ 6.

7. จากข้อ 6. การเตรียมสารละลายที่ถูกต้องควรทำอย่างไร

- | | |
|----|--|
| ก. | ละลาย NaCl 10 กรัมด้วยน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร |
| ข. | ละลาย NaCl 25 กรัมด้วยน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร |
| ค. | ละลาย NaCl 10 กรัมด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร |
| ง. | ละลาย NaCl 25 กรัมด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร |
| จ. | ละลาย NaCl 25 กรัมด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร |

เฉลยข้อ 7.

8. เตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.10 M ปริมาตร 500 มิลลิลิตรจะต้องชั่ง NaOH ที่กี่กรัม

กำหนดมวลตมเลขของ NaOH = 40 กรัมต่อโมล

- | | | | |
|----|----|----|---|
| ก. | 1 | ข. | 2 |
| ค. | 4 | ง. | 8 |
| จ. | 16 | | |

เฉลยข้อ 8.

9. จากข้อ 8. การเตรียมสารละลายที่ถูกต้องควรทำอย่างไร

- | | |
|----|---|
| ก. | ละลาย NaOH 1 กรัมด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร |
| ข. | ละลาย NaOH 2 กรัมด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร |
| ค. | ละลาย NaOH 1 กรัมด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร |
| ง. | ละลาย NaOH 2 กรัมด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร |
| จ. | ละลาย NaOH 8 กรัมด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร |

เฉลยข้อ 9.

10. ค่าสมมูล (ค่า n) ของ กรด H_3PO_4 มีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด

- | | |
|----|---|
| ก. | 1 เพราะ มี H^+ ในโมเลกุล |
| ข. | 3 เพราะ มี H^+ 3 ไอออน ในโมเลกุล |
| ค. | 4 เพราะ มี O 4 อะตอม ในโมเลกุล |
| ง. | 3 เพราะ มี PO_4^{3-} ไอออน ในโมเลกุล |
| จ. | ถูกทั้ง ข และ ง |

เฉลยข้อ จ.

จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 11 ถึง 13

ต้องการเตรียมสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.50 N ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

กำหนดมวลโมเลกุลของ $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106$ กรัมต่อโมล

11. ค่าสมมูล (ค่า n) ของ Na_2CO_3 มีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด

- ก. 1 เพราะ มี Na^+ ในโมเลกุล
- ข. 2 เพราะ มี Na^+ 2 ไอออน ในโมเลกุล
- ค. 2 เพราะ มี CO_3^{2-} ไอออน ในโมเลกุล
- ง. 3 เพราะ มี O 3 อะตอมในโมเลกุล
- จ. ถูกทั้ง ข และ ค

เฉลยข้อ จ.

12. สารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.50 N จะมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วย M

- | | |
|---------|-----------|
| ก. 0.25 | ข. 0.1667 |
| ค. 0.50 | ง. 1.00 |
| จ. 2.00 | |

เฉลยข้อ ก.

13. จะต้องชั่ง Na_2CO_3 กี่กรัม

- | | |
|---------|----------|
| ก. 0.53 | ข. 2.65 |
| ค. 5.30 | ง. 10.60 |
| จ. 21.2 | |

เฉลยข้อ ค.

จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 14 ถึง 19

ต้องการเตรียมสารละลาย Na_2XO_3 เข้มข้น 0.30 N ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

กำหนดมวลโมเลกุลของ $\text{Na}_2\text{XO}_3 = 134$ กรัมต่อโมล

กำหนดปฏิกิริยา $\text{XO}_3^{2-} \rightarrow \text{X}_2\text{O}$

14. เลขออกซิเดชันของ X ใน XO_3^{2-} เท่ากับเท่าใด

- | | | | |
|----|---|----|---|
| ก. | 1 | ข. | 2 |
| ค. | 3 | ง. | 4 |
| จ. | 6 | | |

เฉลยข้อ ง.

15. เลขออกซิเดชันของ X ใน X_2O เท่ากับเท่าใด

- | | | | |
|----|-----|----|---|
| ก. | 0.5 | ข. | 1 |
| ค. | 1.5 | ง. | 2 |
| จ. | 2.5 | | |

เฉลยข้อ ข.

16. ผลต่างของเลขออกซิเดชันรวมเท่ากับเท่าใด

- | | | | |
|----|---|----|---|
| ก. | 2 | ข. | 3 |
| ค. | 4 | ง. | 5 |
| จ. | 6 | | |

เฉลยข้อ ข.

17. ค่าสมมูล (ค่า n) ของ Na_2XO_3 มีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด

- | | | |
|----|---|--|
| ก. | 2 | เพราะ มี Na^+ 2 ไอออน ในโมเลกุล |
| ข. | 3 | เพราะ มี XO_3^{2-} 1 ไอออน รับ 3 อิเล็กตรอน |
| ค. | 4 | เพราะ มี XO_3^{2-} 1 ไอออน รับ 4 อิเล็กตรอน |
| ง. | 6 | เพราะ มี XO_3^{2-} 2 ไอออน รับ 6 อิเล็กตรอน |
| จ. | 8 | เพราะ มี XO_3^{2-} 2 ไอออน รับ 8 อิเล็กตรอน |

เฉลยข้อ ข.

18. สารละลาย Na_2XO_3 เข้มข้น 0.30 N จะมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วย M

- | | | | |
|----|------|----|------|
| ก. | 0.05 | ข. | 0.10 |
| ค. | 0.30 | ง. | 0.60 |
| จ. | 0.90 | | |

เฉลยข้อ ข.

19. จะต้องชั่ง Na_2XO_3 กี่กรัม

- | | | | |
|----|-------|----|-------|
| ก. | 0.67 | ข. | 1.34 |
| ค. | 6.70 | ง. | 13.40 |
| จ. | 26.80 | | |

เฉลยข้อ ข.

จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 20 ถึง 25

ต้องการเตรียมสารละลาย $\text{Na}_4\text{X}_2\text{O}_7$ เข้มข้น 0.40 N ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

กำหนดมวลโมเลกุลของ $\text{Na}_3\text{X}_2\text{O}_7 = 200$ กรัมต่อโมล

กำหนดปฏิกิริยา $\text{X}_2\text{O}_7^{4-} \rightarrow \text{XO}_3^{2-}$

20. เลขออกซิเดชันของ X ใน $\text{X}_2\text{O}_7^{4-}$ เท่ากับเท่าใด

- | | | | |
|----|----|----|---|
| ก. | 3 | ข. | 5 |
| ค. | 6 | ง. | 8 |
| จ. | 10 | | |

เฉลยข้อ ค.

21. เลขออกซิเดชันของ X ใน XO_3^{2-} เท่ากับเท่าใด

- | | | | |
|----|---|----|---|
| ก. | 2 | ข. | 3 |
| ค. | 4 | ง. | 5 |
| จ. | 6 | | |

เฉลยข้อ ข.

22. ผลต่างของเลขออกซิเดชันรวมเท่ากับเท่าใด

- | | | | |
|----|---|----|---|
| ก. | 2 | ข. | 3 |
| ค. | 4 | ง. | 5 |
| จ. | 6 | | |

เฉลยข้อ ก.

23. ค่าสมมูล (ค่า n) ของ $\text{Na}_4\text{X}_2\text{O}_7$ มีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด

- | | | |
|----|---|---|
| ก. | 4 | เพราะ มี Na^+ 4 ไอออน ในโมเลกุล |
| ข. | 1 | เพราะ มี $\text{X}_2\text{O}_7^{4-}$ 1 ไอออน รับ 2 อิเล็กตรอน |
| ค. | 2 | เพราะ มี $\text{X}_2\text{O}_7^{4-}$ 1 ไอออน รับ 4 อิเล็กตรอน |
| ง. | 2 | เพราะ มี $\text{X}_2\text{O}_7^{4-}$ 2 ไอออน รับ 2 อิเล็กตรอน |
| จ. | 4 | เพราะ มี $\text{X}_2\text{O}_7^{4-}$ 2 ไอออน รับ 4 อิเล็กตรอน |

เฉลยข้อ ค.

24. สารละลาย $\text{Na}_4\text{X}_2\text{O}_7$ เข้มข้น 0.40 N จะมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วย M

- | | |
|---------|---------|
| ก. 0.05 | ข. 0.10 |
| ค. 0.20 | ง. 0.40 |
| จ. 1.60 | |

เฉลยข้อ ก.

25. จะต้องชั่ง $\text{Na}_4\text{X}_2\text{O}_7$ กี่กรัม

- | | |
|---------|---------|
| ก. 0.50 | ข. 1.00 |
| ค. 1.50 | ง. 2.00 |
| จ. 4.00 | |

เฉลยข้อ ง.

จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 26 ถึง 28

ต้องการเตรียมสารละลาย H_3PO_4 เข้มข้น 0.50 M ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

จากกรด H_3PO_4 เข้มข้น 65 % โดยมวล ความหนาแน่น 1.65 กรัมต่อมิลลิลิตร

กำหนดมวลโมเลกุลของ $\text{H}_3\text{PO}_4 = 98$ กรัมต่อโมล

26. กรด H_3PO_4 เข้มข้น 65 % โดยมวล ความหนาแน่น 1.65 กรัมต่อมิลลิลิตร มีความเข้มข้นกี่ M

- | | |
|----------|----------|
| ก. 2.74 | ข. 5.47 |
| ค. 7.42 | ง. 10.94 |
| จ. 12.33 | |

เฉลยข้อ ง.

27. จะต้องบีบเปิดกรด H_3PO_4 เข้มข้น 65 % โดยมวล ความหนาแน่น 1.65 กรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตรกี่ มิลลิลิตร เพื่อเตรียมเป็นสารละลาย H_3PO_4 เข้มข้น 0.50 M ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

- | | |
|----------|----------|
| ก. 2.29 | ข. 4.57 |
| ค. 12.55 | ง. 22.85 |
| จ. 45.70 | |

เฉลยข้อ ง.

28. จากข้อ 27. การเตรียมสารละลายที่ถูกต้องควรทำอย่างไร

- ก. ปิเปต H_3PO_4 เข้มข้น 2.29 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร
- ข. ปิเปต H_3PO_4 เข้มข้น 22.85 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร
- ค. ปิเปต H_3PO_4 เข้มข้น 2.29 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร
- ง. ปิเปต H_3PO_4 เข้มข้น 22.85 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร
- จ. ปิเปต H_3PO_4 เข้มข้น 45.70 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

เฉลยข้อ ง.

29. การใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งมีสิ่งสำคัญเป็นพิเศษแตกต่างจากเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่งยกเว้นข้อใด

- ก. มีฝาครอบกันลม
- ข. อ่านน้ำหนักได้ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- ค. สามารถตักน้ำหนักภาชนะชั่งได้
- ง. ห้ามจับภาชนะชั่งด้วยมือเปล่า
- จ. ใช้สำหรับสารมาตรฐานปฐมภูมิ

เฉลยข้อ ค.

30. เหตุใดจึงต้องใช้กระดาษซับปิกเกอร์ในขณะชั่ง

- ก. ไม่ต้องการให้ไอน้ำจากมือไปโดนปิกเกอร์
- ข. ไม่ต้องการให้ไขมันจากมือไปโดนปิกเกอร์
- ค. เพื่อให้น้ำหนักที่ได้เป็นน้ำหนักของสารเท่านั้น
- ง. จับภาชนะชั่งด้วยมือเปล่าได้เมื่อใช้เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
- จ. ถูกทุกข้อ

เฉลยข้อ จ.

31. เหตุใดเมื่อตักสารออกจากภาชนะบรรจุสารแล้วจึงต้องรีบนำไปเก็บในเดสลิเคเตอร์เช่นเดิม

- ก. ไม่ต้องการให้สารดูดความชื้นในอากาศ
- ข. สารผ่านการอบไล่ความชื้นมาแล้ว
- ค. เพื่อรักษาความบริสุทธิ์ของสารนั้นไว้
- ง. เพื่อให้น้ำหนักที่ได้เป็นของสารนั้นเท่านั้น
- จ. ถูกทุกข้อ

เฉลยข้อ จ.

32. ถ้าต้องการชั่งสารให้มีน้ำหนักประมาณ 0.50 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง เมื่อชั่งจริงจะต้องชั่งเท่าใด

- | | | | |
|----|-----------|----|------|
| ก. | 0.46 | ข. | 0.47 |
| ค. | 0.48 | ง. | 0.50 |
| จ. | ถูกทุกข้อ | | |

เฉลยข้อ ง.

33. ถ้าต้องการชั่งสารให้มีน้ำหนักประมาณ 0.50 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง เมื่อชั่งจริงน้ำหนักในข้อใดใช้ไม่ได้

- | | | | |
|----|--------|----|--------|
| ก. | 0.5049 | ข. | 0.4989 |
| ค. | 0.5014 | ง. | 0.4950 |
| จ. | 0.4949 | | |

เฉลยข้อ จ.

34. ในการชั่งจะต้องกด T เพื่อตดน้ำหนักทั้งหมดกี่ครั้ง

- | | | | | | | | |
|----|---|----|---|----|---|----|--|
| ก. | 1 | ข. | 2 | ค. | 3 | ง. | |
| จ. | 4 | ข. | 5 | | | | |

เฉลยข้อ ค.

35. เหตุใดในการชั่งสารด้วยทศนิยม 2 ตำแหน่งจึงสามารถใช้มือจับปิเกตอร์ในขณะที่ชั่งได้

- ก. ไม่สนใจไอน้ำจากมือที่โดนปิเกตอร์
- ข. ไม่สนใจไขมันจากมือที่โดนปิเกตอร์
- ค. น้ำหนักที่ได้เป็นน้ำหนักที่จำเป็นต้องละเอียด
- ง. น้ำหนักที่ได้ไม่ได้นำไปคำนวณความเข้มข้น
- จ. ถูกทุกข้อ

เฉลยข้อ จ.

36. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายปริมาตร 50 มิลลิลิตรควรละลายสารตัวอย่างครั้งละเท่าใด

- ก. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรทีเดียว แล้วถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตร
- ข. เติมน้ำกลั่นประมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรจากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ครบ 50

มิลลิลิตร

ค. เติมน้ำกลั่นทีละประมาณ 10 มิลลิลิตร 2 - 3 ครั้ง แล้วถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรจากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ครบ 50 มิลลิลิตร

- ง. ทำอย่างไรก็ได้แต่ต้องละวันไม่ให้สารละลายมีปริมาตรเกิน 50 มิลลิลิตร
- จ. ถูกทุกข้อ

เฉลยข้อ ค.

37. หลังจากละลายสารได้แล้วจะต้องถ่ายสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรจะต้องทำอย่างไร

- ก. นำบีกเกอร์เทลงในขวดวัดปริมาตร
- ข. นำกรวยใส่ที่ขวดวัดปริมาตร แล้วเทสารละลายผ่านกรวย
- ค. นำกระดาษรูปตัววีขึ้นระหว่างกรวยกับขวดวัดปริมาตร แล้วเทสารละลายผ่านกรวย
- ง. เทสารละลายผ่านแท่งแก้วลงในขวดวัดปริมาตร
- จ. นำกระดาษรูปตัววีขึ้นระหว่างกรวยกับขวดวัดปริมาตร แล้วเทสารละลายผ่านแท่งแก้ว

ลงในขวดวัดปริมาตร

เฉลยข้อ ค.

38. ในการเทสารผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เหตุใดจึงต้องล้างอุปกรณ์เหล่านั้นแล้วเทน้ำล้างรวมไปในสารละลาย

- ก. เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้นสะอาด
- ข. เพื่อนำอุปกรณ์เหล่านั้นไปใช้ใหม่ได้เลยในครั้งต่อไป
- ค. เพื่อประหยัดน้ำกลั่น
- ง. เพื่อให้สารที่ซังทุกอะตอมถูกถ่ายลงไปในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด
- จ. ไม่มีข้อถูก

เฉลยข้อ ง.

39. เมื่อเตรียมสารละลายแล้ว ถ้าเติมน้ำกลั่นเกินขีดวัดปริมาตรของขวดวัดปริมาตรควรทำอย่างไร

- ก. คูดสารละลายส่วนเกินออก
- ข. เททิ้งแล้วเตรียมใหม่
- ค. นำไปต้มให้ปริมาตรของสารละลายลดลง
- ง. ถ้าเป็นสารมาตรฐานหุติยภูมิ เกินนิดหน่อยไม่เป็นไร
- จ. ถูกทั้ง ข และ ง

เฉลยข้อ จ.

40. สำหรับสารตั้งต้นที่เป็นของเหลว เมื่อต้องการเตรียมสารละลาย ควรทำอย่างไร

- ก. คูดสารด้วยปิเปตใส่ในบีกเกอร์แล้วทำการทดลองเหมือนสารที่เป็นของแข็งส่วนเกินออก
- ข. นำไปซังเหมือนสารที่เป็นของแข็ง
- ค. คูดสารด้วยปิเปตแล้วนำไปใส่ในขวดวัดปริมาตรได้เลย
- ง. ซังสารผ่านขวดวัดปริมาตรแล้วเติมน้ำให้ครบปริมาตรตามต้องการ
- จ. ไม่มีข้อถูก

เฉลยข้อ ค.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง
“การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”

โปรดกรอกข้อมูลให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ไขปรับปรุงต่อไป
คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของนักศึกษาในแต่ละหัวข้อ

ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียม สารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการใช้งาน					
1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน					
2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และ ภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว					
3. ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความ ต้องการ					
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วย ตนเอง					

ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียม สารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการนำเสนอ					
1. รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและ ชัดเจน					
2. ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม และสวยงาม					
3. เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจ และกระตุ้นให้เกิดการติดตาม					
4. เสียงบรรยายมีความเหมาะสม					
5. บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการ ทบทวนบทเรียน					
ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด

สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”					
ด้านเนื้อหา					
1. วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน					
2. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้					
3. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและต่อเนื่อง					
4. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและมีประโยชน์กับนักศึกษา					
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียนการเรียนรู้					

ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการประเมินผลการเรียน					
1.ความเหมาะสมกับจำนวนแบบทดสอบ					
2. ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา					
3. แบบทดสอบทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา					

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย คะแนนรวม ของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนน
แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการเรียนวิชาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง “การ
เตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”

ลำดับที่	รหัส	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน
1	49-4xxx	320	370
2	50-3xxx	285	385
3	50-7xxx	195	310
4	51-0xxxx	280	300
5	52-0xxxx	120	380
6	52-0xxxx	230	320
7	52-0xxxx	190	350
8	52-0xxxx	230	400
9	52-0xxxx	300	340
10	52-0xxxx	90	100
11	52-0xxxx	230	305
12	52-0xxxx	60	110
13	52-0xxxx	340	330
14	52-0xxxx	20	240
15	52-0xxxx	255	395
16	52-0xxxx	220	335
17	52-0xxxx	190	345
18	52-0xxxx	210	395
19	52-0xxxx	270	355
20	52-0xxxx	280	330
21	52-0xxxx	265	400
22	52-0xxxx	200	350
23	52-0xxxx	175	365
24	52-0xxxx	245	355
25	52-0xxxx	255	360
26	52-0xxxx	195	380
27	52-0xxxx	100	400

28	52-0xxxx	280	290
29	52-0xxxx	210	285
30	52-0xxxx	185	330
31	52-0xxxx	270	275
32	52-0xxxx	135	280
33	52-0xxxx	190	345
34	52-0xxxx	190	320
35	52-0xxxx	300	375
36	52-0xxxx	370	390
37	52-0xxxx	310	360
38	52-0xxxx	390	400
39	52-0xxxx	170	280
40	52-0xxxx	230	345
41	52-0xxxx	280	380
42	52-0xxxx	195	355
43	52-0xxxx	80	385
44	52-0xxxx	260	370
45	52-0xxxx	210	325
46	52-0xxxx	315	350
47	52-0xxxx	140	210
48	52-0xxxx	255	345
49	52-0xxxx	140	310
50	52-0xxxx	165	310
คะแนนรวม		11020	16620
ค่าเฉลี่ย		220.4	332.4
ประสิทธิผล		0.62	

ภาคผนวก ง

การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์เรื่อง “การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ”

ชื่อ	ความกว้าง	รายละเอียด	ค่า	การกำหนดค่า	มาตรวัด
ด้านการใช้งาน	8	1. การออกแบบหน้าจอโดยรวมมีความเหมาะสม สวยงาม ง่ายต่อการใช้งาน	1-5	1= น้อยที่สุด 2= น้อย 3= ปานกลาง 4= มาก 5=มากที่สุด	Scale
		2. การเข้าถึงข้อมูลในรูปของข้อความ และภาพเคลื่อนไหว มีความสะดวกและรวดเร็ว			
		3. ความง่ายของการเลือกหัวข้อเรียนได้ตามความต้องการ			
		4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง			
ด้านการนำเสนอ	8	1.รูปแบบ ขนาดและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมและชัดเจน	1-5	1= น้อยที่สุด 2= น้อย 3= ปานกลาง 4= มาก 5=มากที่สุด	Scale
		2.ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและสวยงาม			
		3.เทคนิค/วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการติดตาม			
		4. เสียงบรรยายมีความเหมาะสม			
		5. บทเรียนนี้ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทบทวนบทเรียน			
ด้านเนื้อหา	8	1. วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน	1-5	1= น้อยที่สุด 2= น้อย 3= ปานกลาง 4= มาก 5=มากที่สุด	Scale
		2. เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้			
		3. การแบ่งเนื้อหา การเรียงลำดับ			

ชื่อ	ความกว้าง	รายละเอียด	ค่า	การกำหนดค่า	มาตรวัด
		เนื้อหา มีความสัมพันธ์เชื่อมโยง และต่อเนื่อง			
		4. แบบฝึกหัดมีความเกี่ยวข้องกับ เนื้อหาและมีประโยชน์กับ นักศึกษา			
		5. ประโยชน์ที่ได้รับจากบทเรียน การเรียนนี้			
ด้านการ ประเมินผลการ เรียน	8	1. ความเหมาะสมกับจำนวน แบบทดสอบ	1-5	1= น้อยที่สุด 2= น้อย 3= ปานกลาง 4= มาก 5=มากที่สุด	Scale
		2. ความสอดคล้องของ แบบทดสอบกับเนื้อหาวิชา			
		3. แบบทดสอบทำให้นักศึกษามี ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา			

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ – สกุล

นายปัญญา มณีจักร์

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2531 อนุปริญญา เคมีปฏิบัติ สถานศึกษาเคมีปฏิบัติ สถาบันสมทบจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พ.ศ. 2532 วท.บ. วิทยาศาสตร์ทั่วไป เคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
- พ.ศ. 2536 วท.ม. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

ประวัติการทำงาน

- พ.ศ. 2538-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ม. รังสิต
- พ.ศ. 2537-2538 ผู้จัดการห้องปฏิบัติการเคมี บ.เวสต์เทค คอนเซาแตนต์แอนด์ แลบบอราตอรี
- พ.ศ. 2537-2537 พนักงานฝ่ายขาย บ.Mettler toledo
- พ.ศ. 2534-2534 ผู้จัดการด้านเทคนิค บ.Superior enginess&technology
- พ.ศ. 2532-2533 อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ม. รังสิต
- พ.ศ. 2532-2534 ผู้ช่วยวิจัย สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย