สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในด้านการเรียน-การสอน

นางสาวกรรณิการ์	สิงห์เมืองไชย	รหัส 301101
นางสาวบังอร	รอดเนียม	รหัส 301107
นายบัณฑิต	พัสยา	รหัส 301108
นายวิศิษฏ์	รัชตะวโรทัย	รหัส 301116

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2533

เลขหมู่ 2ตกก
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAI - COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION

BY

MS.KUNNIKA	SINGMEANGCHAI	CODE 301101
MS.BANGORN	RODNEAM	CODE 301107
MR.BUNDIT	PASAYA	CODE 301108
MR.WISIT	RATCHATAWAROTAI	CODE 301116

A Special Project Submitted In Partial Fulfillment of the
Requirement for the Degree of Bachelor of Science
Department of Applied Mathematics and Computer
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในด้านการเรียน-การสอน		
โดย	นางสาวกรรณิการ์	สิงห์เมืองไชย	รหัส 301101
	นางสาวบังอร	รอดเนียม	รหัส 301107
	นายบัณฑิต	พัสยา	รหัส 301108
	นายวิศิษฏ์	รัชตะวโรทัย	รหัส 301116
ภาควิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์และวิทยาการคอมพิวเตอร์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรินทร เหมโชติ		
	อาจารย์วีรชัย ตันยะสิทธิ์		

ภาควิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

(รองศาสตราจารย์ วิเชียร ศรีเสือขาม) หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการโครงงานพิเศษ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผ่องพรรณ รัตนธนาวันต์) ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร สุชาติเวชภูมิ) กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในด้านการเรียน-การสอน		
นักศึกษา	นางสาวกรรณิการ์	สิงห์เมืองไชย	รหัส 301101
	นางสาวบังอร	รอดเนียม	รหัส 301107
	นายบัณฑิต	พัสยา	รหัส 301108
	นายวิศิษฏ์	รัชตะวโรทัย	รหัส 301116
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชรินทร์ เหมโชติ		
	อาจารย์วีรชัย ตันยะสิทธิ์		
ภาควิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์และวิทยาการคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2533		

บทคัดย่อ

การสร้างระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ช่วยในการศึกษา เรื่อง ลำดับและอนุกรม (COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION IN SEQUENCES AND SERIES) เป็นการนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนเพื่อความสะดวกรวดเร็ว ในการใช้งานและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น โดยผู้เรียนจะมีอิสระในการเลือกบทเรียนหรือเลือกทำแบบทดสอบในบทใดบทหนึ่งหรือทุกบทก็ได้ ทั้งนี้การเลือกบทเรียนนั้น ผู้เรียนจะต้องทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในการทดสอบเบื้องต้นเสียก่อน (PRETEST) และผู้เรียนยังสามารถเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของตนเองไว้ แล้วสามารถนำกลับมาใช้งานอีก

สำหรับการออกแบบระบบนั้นนั้น เป็นการแสดงผลลัพธ์ ออกทางจอภาพใน GRAPHIC MODE โดยการสร้างอักษรต่าง ๆ ใน FONTGEN ในโปรแกรมภาษาไทย ราชวิถี แล้วจึงผ่านขบวนการ BITMAP เพื่อแสดงผลเป็นอักษรภาษาไทยบนจอภาพ ส่วนภาษาที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมนั้น ได้แก่ ภาษา Pascal รุ่น 5.5 เนื่องจากรูปแบบของภาษา มีลักษณะโครงสร้างที่สะดวก และ ง่ายต่อการพัฒนาระบบช่วยการเรียนการสอนนี้ ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

อนึ่ง เนื้อหาในบทเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรมนี้ได้แบ่งเนื้อหาบทเรียนเป็นบท ๆ โดยเรียงลำดับจาก ง่ายไปสู่ยาก ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียน และ แบบทดสอบได้ซึ่งจะทำในผู้เรียนมีความสนใจและตื่นเต้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title CAI - COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
Name MISS. KUNNIKA SINGMEANGCHAI CODE 301101
MISS. BANGORN RODNEAM CODE 301107
MR. BUNDIT PASAYA CODE 301108
MR. VISIT RATCHATAVAROTAI CODE 301116
Special Project Advisor
ASST.PROF. PATCHARIN HEMCHOTE
PROF. WEERACHAI TANYASIT
Department Mathematics and Computer Sciences
Acadamic Year 1990

Abstract

The design for the Computer Assisted Instruction (CAI) in Sequences And Series is using the microcomputer to guide and help as an instruction for the convenience, speed, and increasing efficiency of Sequences And Series study.

The program users have the opportunity to choose lesson or test in any lesson but users must have passed the pretest before. The users can save their data and recall it again to use.

For the design, we have the output on the screen in Graphic Mode by constructing various character in Fontgen of RAJAVITHI Thai Word,then work with Bitmap process to show thai character output. Turbo Pascal V. 5.5 is one of the best languages for this system since the structure of the language is convenience for applications and system improvement to get the best results.

Thus, The content of the Sequences And Series lessons compose of many lessons from the fundamental step to the advance one regardless of how the user selects the lesson and test that have more make them interesting and more exciting in the program to the learner.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โปรแกรมช่วยการเรียนการสอนที่ได้สำเร็จลงด้วยฉบับนี้นั้น ต้องขอขอบพระคุณบุคคลต่าง ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในหลาย ๆ ด้าน ดังมีรายนามดังต่อไปนี้

ผู้ช่วยศาสตร์จารย์ พัชรินทร์ เหมโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะทางด้าน คณิตศาสตร์

อาจารย์ วีรชัย ตันยะสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำทางด้าน คอมพิวเตอร์

อาจารย์ อาจหาญ สัตยารักษ์ อาจารย์โรงเรียน ลำปางวิทยา ที่ได้คำแนะนำทางด้านคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับการนำ Graphic ในการแสดงภาษาไทยบนจอภาพ

คุณ ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำทางด้านการรูปแบบของโปรแกรมที่ถูกต้อง และ การสร้างโปรแกรมเพื่อการใช้งานจริง

คุณ สุธีรา พันธ์ธีรานุรักษ์ นักศึกษาปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ซึ่งได้เสนอแนะทางด้านการออกแบบ Output และ การนำเสนอรายงานฉบับนี้

และ อาจารย์ประจำภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ ทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนและข้อติชมในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ ตลอดจน เจ้าหน้าที่ห้องสมุด คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ได้ให้ความสะดวกสบายและความรวดเร็วในการใช้ห้องสมุด และ การแนะนำการใช้หนังสือต่าง ๆ

จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา	2-21
จอภาพในการศึกษา	4-2
จอภาพในการตรวจคำตอบของข้อสอบ	4-3
เมนูหลัก	4-4
เมนูของนักศึกษาใหม่	4-5
เมนูของนักศึกษาใหม่ในการเลือกบทเรียนบทที่ 2-5	4-6
เมนูของนักศึกษาเก่า	4-7
เมนูของนักศึกษาที่ต้องการทบทวนเฉพาะเรื่อง	4-8
เมนูของการเลือกทำการทดสอบ	4-9
การตอบคำถามแบบเลือกคำตอบ	4-11
การตอบคำถามแบบเติมคำตอบ	4-12
ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ	4-20
ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลที่ใช้ในการเรียน	4-21
การทำงานของนักศึกษาใหม่	4-22
การทำงานของนักศึกษาเก่า	4-23
การทำงานของการทบทวนเฉพาะเรื่อง	4-24
การทำงานของการเลือกทำแบบทดสอบ	4-25
ตัวอย่างอักขระ ก ที่สร้างด้วยไฟล์ FONTGEN.EXE ของราชวิถี WORD PC	ก-2
การเลือกข้อสอบที่จะทำการทดสอบ	ข-8
ข้อสอบประเภทเติมคำตอบ	ข-9
ข้อสอบประเภทเลือกคำตอบ	ข-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย		ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญรูป		ง
บทที่ 1	บทนำ	1-1
บทที่ 2	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา	
	- บทเรียนโปรแกรม	2-1
	- ความหมายและความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา	2-9
	- บทเรียนแบบโปรแกรมทางไมโครคอมพิวเตอร์	2-16
	- รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา	2-21
บทที่ 3	การค้นคว้าและการวางแผนการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา	3-1
บทที่ 4	การออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา	
	- การออกแบบข้อมูลนำออก (Output Design)	4-1
	- การออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design)	4-4
	- การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)	4-13
	- การออกแบบกระบวนการประมวลผล (Process Design)	4-22
บทที่ 5	สรุปผลการดำเนินงาน	
ภาคผนวก ก	การแสดงอักขระภาษาไทยใน Graphic Mode	
ภาคผนวก ข	คู่มือการใช้งาน	
ภาคผนวก ค	แบบเรียน	
	- แบบเรียนบทที่ 1 ลำดับ	ค-1
	- แบบเรียนบทที่ 2 อนุกรมอนันต์และการทดสอบอนุกรม	ค-8
	- แบบเรียนบทที่ 3 อนุกรมสลับ	ค-18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
- แบบเรียนบทที่ 4 อนุกรมของเทอมยกกำลัง	ค-21
- แบบเรียนบทที่ 5 อนุกรมแมคคอลินและเทเลอร์	ค-25
- บทพิสูจน์บทที่ 1	ค-26
- บทพิสูจน์บทที่ 2	ค-30
- บทพิสูจน์บทที่ 3	ค-38
- บทพิสูจน์บทที่ 4	ค-40
- บทพิสูจน์บทที่ 5	ค-43
ภาคผนวก ง แบบทดสอบ	
- แบบทดสอบบทที่ 1	ง-1
- แบบทดสอบบทที่ 2	ง-9
- แบบทดสอบบทที่ 3	ง-18
- แบบทดสอบบทที่ 4	ง-23
- แบบทดสอบบทที่ 5	ง-26
ภาคผนวก จ โปรแกรม	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ความสำคัญ/ที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันนี้พบว่า ในการศึกษาไม่ว่าจะเป็นสาขาใดก็ตาม วิชาคณิตศาสตร์จะต้องเข้ามามีบทบาทในสาขาวิชานั้น ๆ หรือแขนงวิชาต่าง ๆ ด้วยกันทั้งสิ้น หรือเรียกได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของทุกสาขาวิชานั่นเอง สำหรับการทำความเข้าใจเกี่ยวกับ วิชาคณิตศาสตร์นั้นจะมีปัญหามาก หรือพบความลำบากมากสำหรับผู้ที่ไม่ได้เรียนคณิตศาสตร์ หรือ วิชาทางด้านการคำนวณโดยตรง ถึงแม้ว่าอาจารย์ผู้สอน จะพยายามปรับพื้นฐานของ ผู้เรียนให้เท่ากันแล้วก็ตาม แต่ในบางครั้ง เวลาอาจไม่เพียงพอ หรือ อีกกรณีหนึ่ง คือ ผู้เรียนอาจจำเนื้อหาบางส่วน ที่ต้องเป็นพื้นฐานจริงๆไม่ได้ ทำให้เป็นปัญหามากสำหรับผู้เรียนและผู้สอนเอง นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจุบันไม่ว่าวงการใดก็ตาม คอมพิวเตอร์จะเข้ามามีบทบาทมาก ซึ่งคอมพิวเตอร์จะเป็นสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้การทำงานเป็นไปด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า คอมพิวเตอร์เป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตอยู่ไปเสียแล้ว ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้เห็นถึงประโยชน์ในข้อนี้ พร้อมทั้งทราบแล้วว่า วิชาคณิตศาสตร์นั้นเป็นพื้นฐานของทุกวิชาดังกล่าว ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึง รายละเอียดเกี่ยวกับ เรื่องอนุกรมและการทดสอบ เพื่ออำนวยความสะดวกให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งจะรวมทั้งการทำความเข้าใจ และ เป็นการเพิ่มให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นด้วย ซึ่งการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยนี้ ทำให้ผู้เรียนผู้สอน จะใช้เวลาศึกษาในเนื้อหาวิชาที่ต้องการเมื่อใดก็ได้ จะนานหรือบ่อยครั้งเพียงใดก็ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหา

เนื่องจากในยุคปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการทำงานของหน่วยงานต่าง ๆมากมาย รวมทั้งการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ด้วย เพื่อเป็นการช่วยเหลือและเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ ในบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้แก่นักศึกษา และ ผู้ที่สนใจในบทเรียนดังกล่าว ที่ประสบปัญหาในด้านการเข้าเรียน หรือไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาภายในเวลาเรียนได้ ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเกี่ยวกับ " โปรแกรมเร็จรูปเพื่อช่วยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ หัวข้อเรื่อง อนุกรมและการทดสอบ " เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการเรียนการสอนให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1.3.1 ศึกษาเนื้อหาและรายละเอียดของวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมและการทดสอบเกี่ยวกับอนุกรมต่างๆ 1.3.2 จัดทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน

1.3.3 ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านภาษา PASCAL

1.3.4 ศึกษาการใช้ GRAPHIC เพื่อนำมาประกอบในการทำโปรแกรมสำเร็จรูป

1.3.5 ศึกษาการใช้ภาษาไทยกับเครื่องคอมพิวเตอร์

1.3.6 ศึกษาการจัดเก็บข้อมูล (DATABASE)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้ เมื่อจัดทำเสร็จเรียบร้อยแล้วจะสามารถอำนวยความสะดวก ในด้านการทำความเข้าใจเกี่ยวกับ เรื่อง อนุกรมและการทดสอบ ให้แก่ผู้เรียน อีกทั้งยังสามารถฝึกฝนความชำนาญ ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว ด้วยแบบฝึกหัดภายในโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งทั้งหมดเป็นการเสริมสร้างประสิทธิภาพ ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น และนอกจากนี้ ผู้เรียนหรือผู้สอน ยังสามารถทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับอนุกรมและการทดสอบได้ หลังจากที่ผ่านชั่วโมงเรียนไปแล้ว

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการ

1.5.1 ศึกษาและหาข้อมูลทางด้านคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและจัดทำระบบ

1.5.2 กำหนดขอบเขตในการออกแบบระบบ

1.5.3 กำหนดการติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้ระบบ

1.5.4 ออกแบบการจัดเก็บข้อมูล

1.5.5 กำหนดหน้าที่ในการทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูป

1.5.6 จัดทำโปรแกรมสำเร็จรูปฯในระบบงานและป้อนข้อมูล

1.5.7 จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานสำหรับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ คอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction)

2.1.1 ความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่ใช้แพร่หลายทางการศึกษา ซึ่งนำมาใช้ในการเรียนการสอนในโรงเรียนต่าง ๆ คำว่า "Programmed Instruction" มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะของการนำไปใช้ ดังนี้คือ

- ในภาษาไทย เรียกว่า โปรแกรมการสอน
  - " โปรแกรมการเรียนบทเรียนสำเร็จรูป
  - " เครื่องสอน หรือ บทเรียนแบบโปรแกรม
- ในภาษาอังกฤษ เรียกว่า Programmed Learning
  - " Programmed Materials
  - " Individual Tutoring
  - " Success Guarantee

จากความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรม พอสรุปความหมายได้ว่า บทเรียนแบบโปรแกรม คือบทเรียนที่แบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ และสั้น ๆ และถูกบรรจุไว้ในกรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาและคำอธิบาย จากง่ายไปยากต่อเนื่องกันไป และแต่ละกรอบอาจให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดและตอบคำถาม และจะมีคำเฉลยกำกับไว้ด้วย เพื่อเป็นการตอบสนองให้ผู้เรียนได้ทราบทันทีว่าตอบผิดหรือถูก การสอนแบบนี้ เป็นการสอนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง

2.1.2 ลักษณะของบทเรียนโปรแกรม

1. การเขียนข้อความสรุปเป็นเรื่องราวได้อย่างแจ่มแจ้ง ชัดเจน
2. มีการวางวัตถุประสงค์ไว้อย่างชัดเจน
3. เนื้อหาถูกแบ่งเป็นตอน ๆ โดยทำเป็นขั้นย่อย ๆ จัดทำเป็นหน่วยเล็ก ๆ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
4. การโต้ตอบกระทำได้ด้วยตนเอง โปรแกรมการสอนเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนโปรแกรมด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การได้รับผลตอบรับในทันที เมื่อผู้เรียนได้ตอบสนองสิ่งเร้าไปแล้วโปรแกรมจะบอกผลทันทีว่า ที่ผู้เรียนทำไปแล้วนั้นถูกหรือผิด

6. อัตราการเรียนของแต่ละบุคคล โปรแกรมการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนมากเท่าใดก็ได้ ตามความสามารถของตน แล้วจะช่วยนักการศึกษาและครูให้ทราบถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้ โดยการศึกษาจากอัตราเวลาเรียนของผู้เรียน

7. มีการวัดผลที่แน่นอน

2.1.3 <u>ชนิดของบทเรียนแบบโปรแกรม</u>

บทเรียนแบบโปรแกรมมี 2 ประเภท คือ

ก. บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องช่วยสอน (Teaching Machine Program) เป็นบทเรียนที่ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์เข้าช่วย ซึ่งรวมทั้งพวกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและในรูปของส่วนหนึ่งของชุดสื่อ

ข. บทเรียนแบบโปรแกรมรูปตำรา (Programmed Textbook) เป็นหนังสือที่เสนอข้อสนเทศ ให้ผู้อ่านหาคำตอบก่อนจะก้าวต่อไปยังกรอบอื่น ๆ

จากบทเรียนทั้ง 2 ประเภท ยังสามารถแบ่งออกตามลักษณะของ การเขียนได้อีก 3 แบบ คือ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง
2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา
3. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดแอ็ดจังทีฟ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดนี้ มีวิธีการจัดเรียงลำดับขั้น และหน่วยย่อยของบทเรียนจากง่ายไปหายาก โดยที่ผู้เรียนจะเริ่มจากหน่วยแรกเรียงลำดับก้าวหน้าไปจนถึงกรอบสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามหน่วยใดหน่วยหนึ่งไม่ได้ สิ่งที่เรียนจากหน่วยย่อย ๆ จะเป็นพื้นฐานของหน่วยถัดไป การตอบคำถามส่วนมากจะให้ตอบ ถูกหรือผิด เติมคำลงในช่องว่าง และให้โอกาสผู้เรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในหน่วยถัดไป แต่จะไม่อธิบายเหตุผลในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดนี้ เป็นบทเรียนที่พยายามลดจำนวนการตอบผิดของผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ซึ่งเรียกว่ากรอบและถ้าผู้เรียนตอบถูกได้มากเท่าไร ก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ได้ผล เพราะคำตอบถูกต้องเปรียบเสมือนเป็นการเสริมแรง ทำให้ผู้เรียนเกิดความพยายามที่จะเรียนบทเรียนต่อไป

อย่างไรก็ตาม โปรแกรมแบบเส้นตรงที่ดี ไม่ได้ขึ้นอยู่กับอัตราการตอบถูกผิดของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่ปัจจัยอื่น ๆ ก็มีผลด้วย เช่น แบบของคำถามแต่ละข้อคำถามในแต่ละกรอบภาษาที่ใช้ กระบวนการถ่ายทอดความรู้ และเทคนิคในการทำบทเรียนแบบโปรแกรม ก็มีส่วนในการเรียนรู้อย่างมาก

2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดนี้ เป็นวิธีการสับลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับการเรียงลำดับ กล่าวคือ จัดให้มีการเรียงลำดับข้อความย่อย ๆ ที่เป็นหลักของบทเรียนได้ถูกต้อง ผู้เรียนก็อาจจะสั่งให้ข้ามหน่วยย่อยได้จำนวนหนึ่ง แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูก ก็อาจจะถูกสั่งให้เรียนข้อความย่อยต่าง ๆ เพิ่มเติมก่อนที่จะก้าวไปเรียนหน่วยย่อยต่อไป บทเรียนโปรแกรมชนิดนี้ หาความรู้จากที่ผิดของเด็ก และใช้ความรู้นั้นให้เป็นประโยชน์และผู้เรียนจะต้องพยายามทำตามคำสั่งที่ปรากฏในแต่ละกรอบการเรียนจะไม่ดำเนินไปตามลำดับตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายเหมือนบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ผู้เรียนอาจจะย้อนไปย้อนมาในหน้าต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นกับคำถามที่ใช้มักเป็นคำถามเลือกตอบ (Multiple Choice) คำถามแต่ละข้อจะนำไปสู่กระบวนการเรียนที่ต่างกัน คำตอบที่ถูกต้อง จะนำไปสู่ข้อความรู้ใหม่ และคำตอบที่ผิดจะนำไปสู่กระบวนการเรียนที่แก้ความเข้าใจผิดนั้น แล้วจึงย้อนกลับเข้ามาสู่แนวทางการเรียนเดิม กรอบหนึ่ง ๆ ของบทเรียนชนิดนี้ จึงมีความยาวมากกว่าบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

3 บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดแอ็ดจังทีฟ

เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีลักษณะแบบชนิดสาขา แต่การเสนอเนื้อหาจะมากกว่าและการตอบคำถามจะกระทำในตอนท้ายบท แล้วอาจจะข้ามไปยังหน่วยย่อยอื่นเลย ถ้าผู้เรียนสามารถแสดงให้รู้ว่ามีความรู้ในส่วนที่ข้ามไปนั้นแล้วในปัจจุบัน การจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรมนิยมใช้แบบผสมมากขึ้น ทั้งนี้เพราะแต่ละแบบต่างก็มีจุดเด่นของตนเอง และเมื่อนำจุดเด่นของทุกแบบมารวมกันก็จะได้บทเรียนแบบโปรแกรมที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ข้อดีและข้อเสียของบทเรียนแบบโปรแกรม

ข้อดี

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยปฏิบัติตามคำสั่งหรือคำแนะนำ หรือโปรแกรมที่เขียนไว้

2. ช่วยแก้ปัญหาขาดแคลนครู

3. ช่วยแบ่งเบาภาระของครู กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียน ครูอาจจะแนะนำให้อ่านบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีอยู่ เป็นการบ้านหรือนอกเวลาเรียนเพื่อทำความเข้าใจให้ทันกับเพื่อนคนอื่น ๆ ในชั้น โดยครูไม่ต้องเสียเวลามาอธิบายใหม่

4. ช่วยในการคุมชั้นเรียน เมื่อนักเรียนคนใดทำงานที่ครูมอบหมายสำเร็จแล้ว ครูอาจจะแนะนำให้นักเรียนอ่านบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องต่อไปรุดหน้า นักเรียนจะได้ไม่มีเวลารบกวนคนอื่น

5. เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียน เพราะมีการเร้า เมื่อตอบถูก และไม่อายเพื่อนในชั้นเรียนเมื่อตอบผิด

6. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อนก็ต้องใช้เวลาศึกษามากขึ้น นักเรียนที่เรียนเร็วก็มีโอกาสที่จะใช้เวลาที่เหลือไปทำงานอย่างอื่นได้ ไม่ต้องคอยนักเรียนที่เรียนช้า

ข้อเสีย

1. บทเรียนแบบโปรแกรม เหมาะกับนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนช้าไม่ทันเพื่อน เพราะโปรแกรมแบบง่าย ๆ และทำซ้ำเพื่อให้เกิดความเข้าใจ นักเรียนที่เรียนเก่งจะไม่ชอบ เพราะดูว่าง่ายไป และช้าไม่ทันใจ

2. ไม่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน นักเรียนไม่เกิดเชาว์ปัญญา เพราะต้องเรียนไปตามโปรแกรมที่วางไว้ ไม่มีสิทธิในการถามปัญหาใด ๆ ทั้งสิ้น

3. บทเรียนแบบโปรแกรม เปรียบเสมือนผู้ช่วยครูหรือเป็นเพียงหนังสืออ่านเพิ่มเติม ไม่สามารถแทนครูได้ตลอด เพราะบางเนื้อหา บางวิชาต้องมีการชี้แจง แนะนำ อธิบาย การตอบปัญหาต่าง ๆ ได้หลายวิธี หลายแบบ และลึกซึ้งกว่าที่เขียนในบทเรียนแบบโปรแกรมได้

4. เนื้อหาวิชาบางวิชา ต้องใช้ทักษะในการพูด ฟัง คิด เขียน เมื่อเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนแบบโปรแกรม ทักษะที่ใช้มีน้อย และไม่ให้ประโยชน์ต่อการเรียนมากนัก

5. นักเรียนไม่ค่อยสนใจ เบื่อ และต้องทำซ้ำ ๆ กันมาก แต่ก็เป็นเฉพาะนักเรียนบางคนเท่านั้น

6. นักเรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะคำตอบสั้น ๆ เท่านั้น

7. นักเรียนขาดการสังคม ติดต่อซึ่งกันและกัน

8. นักเรียนเรียนได้รวดเร็วจริง แต่ลืมง่าย

9. ส่งเสริมให้ครูที่เกียจคร้านอยู่แล้ว เกียจคร้านการสอนยิ่งขึ้น

10. ครูบางคนไม่เต็มใจนำวิธีนี้มาช่วยในการสอนเพราะมีทัศนคติไม่ดีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมว่าจะทำให้บทบาทของครูในห้องเรียนมีน้อยลง ซึ่งจะทำให้ครูหมดความสำคัญ

2.1.5 หลักในการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม

หลักในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมผู้เขียนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ตัวผู้เรียน จะต้องทราบว่า ผู้เรียนนั้นอยู่ในระดับใด โดยให้คิดถึงสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวผู้เรียนอย่างกว้าง ๆ เช่น อายุ พื้นฐานทางสังคม ความสามารถในการเรียน และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

2. ผลที่ต้องการ จะต้องมีการตั้งวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร เพื่อให้บทเรียนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และสามารถวัดผลได้ตรง ว่าผู้เรียนได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่

3. เนื้อหาวิชา การจัดเตรียมเนื้อหาวิชา ควรจัดเป็นหัวข้อใหญ่ ๆก่อนแล้วจึงแบ่งเป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อจะได้นำมาจัดทำเป็นหน่วยตามลำดับขั้นก่อนหลัง เนื้อหาที่จำเป็นต้องไม่ขาดตกบกพร่อง ไม่มีการกระโดดข้ามลำดับของเนื้อหา และต้องพิจารณาเวลาในการเรียนจากเนื้อหาด้วย

4. วิธีการสอน ก่อนจะเขียนบทเรียนเรื่องใดก็ตาม ควรพิจารณาเสียก่อนว่ามีวิธีการสอนอื่นที่ดีกว่าการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมหรือไม่ นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการใช้บทเรียนด้วยว่า จะใช้สอนผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือเพื่อสอนซ่อมเสริมผู้ที่เรียนไม่ทัน หรือเพื่อจุดประสงค์อย่างอื่น สิ่งเหล่านี้ควรได้พิจารณาก่อนการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความสิ้นเปลือง ควรพิจารณาว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมานั้น มีความสิ้นเปลืองมากน้อยเพียงใด เวลาที่เสียไปคุ้มค่าหรือไม่

6. ชนิดของบทเรียนแบบโปรแกรม การจะสร้างบทเรียนออกมาในรูปใดควรดูให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ผู้เรียน และวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

2.1.6 วิธีการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้สร้างจะต้องดำเนินการดังนี้

ก. พิจารณาเลือกหัวข้อ เนื้อหาตามความถนัด และควรจะเป็นเรื่องที่ไม่เคยมีใครทำเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมมาก่อน

ข. ศึกษาหลักสูตร พิจารณาอย่างละเอียดว่า บทเรียนนั้นอยู่ในระดับไหน ศึกษาจากแบบเรียนและตำราจากต่างประเทศ เพื่อให้ได้เนื้อหาที่กว้างและถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

ค. วางขอบเขตของบทเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ ให้เหมาะสมกับระดับชั้นและพื้นฐานของผู้เรียน

ง. ตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน

จ. เขียนบทเรียนแบบโปรแกรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยเขียนตามหัวข้อจากเนื้อหาที่ง่ายไปหายาก เรียงลำดับขั้นของเนื้อหาอย่างถูกต้องและมีเหตุผล ลักษณะของกรอบจะต้องแตกต่างกัน เพื่อป้องกันความเบื่อหน่าย

ฉ. การเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม ต้องมีบุคคลากรซึ่งเป็นผู้ชำนาญ หรือมีประสบการณ์สูง บุคคลากรเหล่านั้นได้แก่

1. Content specialist หมายถึง บุคคลากรที่มีความรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ มากพอที่จะเขียนได้

2. Programmer หมายถึง บุคคลากรที่มีความรู้ในด้านการเขียนโปรแกรมอย่างดี

3. Editor หมายถึง บุคคลากรที่มีความรู้ในการจัดลำดับจากง่ายไปหายากของกรอบต่าง ๆ ให้ถูกต้อง

4. Artist หมายถึง บุคคลากรที่มีความรู้ในด้านศิลปะ หรือจิตรกรนั่นเอง เนื่องจากการเขียนแบบโปรแกรมนั้น จำเป็นจะต้องเขียนออกมาเป็นตัวหนังสือ ผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องมีนิสัยรักการอ่านหนังสือเป็นอย่างมาก มิฉะนั้นจะทำให้การเรียนจากบทเรียนมีอุปสรรคมาก ดังนั้น เราจึงจำเป็นต้องพยายามทำให้ผู้เรียนอ่านหนังสือน้อยที่สุด แต่ให้เข้าใจเร็วที่สุด ด้วยเหตุนี้ บทเรียนจึงอาจอยู่ในลักษณะของ รูปภาพ แผนภูมิ แผนที่ ฯลฯ จิตรกรจึงเข้ามามีบทบาท เมื่อจิตรกรเขียนรูปภาพแล้ว ก็ส่งกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาตรวจดูอีกครั้ง ว่าสื่อความหมายตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่

ช. นำไปทดลองใช้ และนำผลจากการทดลองใช้มาปรับปรุงบทเรียน เพื่อแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมให้ดีที่สุด การเขียนกรอบเพื่อสอนเนื้อหาต่างๆของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเชิงเส้นตรงจะต้องประกอบด้วยกรอบ 3 ชนิด คือ

ก. กรอบให้ความรู้ (Teaching Frames) คือ กรอบที่เสนอเนื้อหาความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียน

ข. กรอบฝึกหัด (Practice Frames) คือ กรอบที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดในสิ่งที่เรียนแล้วในกรอบให้ความรู้ ผู้เรียนควรจะตอบได้ถูกมากที่สุด

ค. กรอบทดสอบ (Test Frames) คือ กรอบที่ใช้ทดสอบเพื่อวัดผล ตอนท้ายของแต่ละหน่วย เพื่อทดสอบว่าผู้เรียนได้รับมโนทัศน์ (Concept) ในการเรียนหรือไม่

2.1.7 <u>ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม</u>

ก. ตัดสินใจว่าจะทำดีหรือไม่ โดยพิจารณาองค์ประกอบต่อไปนี้

1. เนื้อหาวิชาคงตัวหรือไม่ กล่าวคือ เนื้อหาที่ควรสร้างเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมนั้น ควรเป็นเนื้อหาส่วนที่สำคัญ และจำเป็นที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ และเป็นเนื้อหาที่สมบูรณ์ ไม่เปลี่ยนแปลงอีกแล้ว หรือเปลี่ยนแปลงไม่ยาก

2. บทเรียนที่จะสร้างขึ้น มีผู้สร้างไว้แล้วหรือไม่ ถ้ามีผู้สร้างไว้แล้ว และเป็นบทเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์ทดสอบว่ามีคุณภาพดีแล้ว ก็ไม่ควรนำมาสร้างซ้ำอีก

3. จะสร้างให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดหรือไม่

4. บทเรียนที่สร้างขึ้น จะช่วยแก้ปัญหาได้ตามต้องการหรือไม่

5. บทเรียนที่สร้างขึ้น จะช่วยลดภาระของครูหรือไม่

6. จะสามารถทำให้บทเรียนนั้นมีมาตรฐานทางเนื้อหาวิชา และมาตรฐานทางวิธีการสร้างได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. บทเรียนที่สร้างขึ้น จะทำให้ผลการเรียนดีกว่าการสอนตามปกติหรือไม่

8. จำนวนนักเรียนที่จะใช้บทเรียนที่สร้างขึ้น มีมากคุ้มกับการลงทุนหรือไม่

9. บทเรียนที่สร้างขึ้น จะช่วยลดเวลาเรียนได้หรือไม่

10. บทเรียนที่สร้างขึ้น สามารถวัดผลตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมได้หรือไม่

ข. ศึกษาผู้เรียน เมื่อตัดสินใจว่าเนื้อหาวิชานั้น สมควรจะสร้างเป็น บทเรียนแบบโปรแกรมขึ้นแล้วก็ควรพิจารณาว่า ผู้ที่จะเรียนบทเรียนนี้ มีอายุ ประสบการณ์ พื้นความรู้ และสภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร เพื่อจะได้สร้างบทเรียนให้เหมาะสม

ค. ศึกษาหลักสูตร เพื่อวางขอบข่ายของเนื้อหาวิชา ที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนการศึกษาหลักสูตรได้แก่ การศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอน คือ หลักสูตรประมวลการสอน คู่มือครู และตำราต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังรวมถึงการสังเกตกระบวนการสอน การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ทางด้าน เพื่อจะได้ทราบว่าควรจะสอนเนื้อหาวิชาลึกซึ้งเพียงใด และการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการสอน การสัมภาษณ์ มาแยกแยะว่าส่วนใดควรตัดทิ้ง และส่วนใดควรนำไปบรรจุในบทเรียน

ง. ตั้งจุดมุ่งหมาย ก่อนจะเขียนบทเรียน จะต้องตั้งจุดมุ่งหมายที่สามารถวัดหรือประเมินผลได้เสียก่อน ว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง โดยที่เขียนออกมาในรูปจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

จ. เลือกวิธีสร้างบทเรียน ขั้นนี้เป็นการพิจารณาว่า เนื้อหาวิชาตามหัวข้อ และ ขอบข่ายที่ศึกษาไว้แล้วนั้น ถ้าจะสร้างบทเรียนให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามที่ต้องการ ควรจะใช้เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดใด จึงจะเหมาะสมที่สุด กล่าวคือ ควรจะเป็นบทเรียนบทใช้กับเครื่องสอน หรือเป็นหนังสือ และ ควรจะเป็นบทเรียนชนิดเส้นตรงหรือชนิดสาขาทั้งนี้จะพิจารณาการลงทุน ตลอดจนความพร้อมของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และอื่น ๆ ประกอบด้วยอย่างรอบคอบ

ฉ. ลงมือเขียน ตามเทคนิคของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดนั้น ๆ

ช. แก้ไขปรับปรุงบทเรียนที่สร้างขึ้น เมื่อเขียนบทเรียนเสร็จแล้ว ควรทิ้งไว้สักระยะหนึ่ง แล้วนำมาทบทวนเพื่อแก้ไขให้ดีในด้านต่อไปนี้

1. ความเรียง (Composition) ตรวจสอบ และแก้ไขสำนวนภาษา การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะกด การันต์ และสมรรถภาพในการสื่อสารความหมาย

2. ความถูกต้องตามหลักวิชา (Technique Accurency) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเป็นผู้ตรวจทานให้

3. เทคนิคการเขียน (Programming Technique) เช่น ขนาดของกรอบการเรียงลำดับกรอบ ความสัมพันธ์ระหว่างกรอบต่าง ๆ เหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น

ซ. ทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น ตามวิธีการของบทเรียนแบบโปรแกรม การทดสอบหาประสิทธิภาพนี้ ทำให้เพื่อยืนยัน หรือพิสูจน์ว่าบทเรียนที่สร้างบทเรียนขึ้นนี้ จะสามารถทำให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ขึ้นตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ เพียงใด ก่อนที่จะนำไปใช้จริง และเผยแพร่ต่อไป

2.2 ความหมายและความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประยุกต์คอมพิวเตอร์ทางการศึกษา ในส่วนที่มีผลกระทบโดยตรงต่อนักเรียน และนักศึกษานั้น คือ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI (Computer Assisted Instruction) ได้รับการสนใจจากนักศึกษามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2509 นับมาถึงปัจจุบันเป็นเวลากว่า 20 ปี ซึ่งนับว่าใหม่อยู่มากในวงการศึกษา โดยมีกลุ่มบุคคลและองค์การต่าง ๆได้มีส่วนร่วมในการศึกษา ทั้งทางด้านหลักการและเทคนิคต่าง ๆ ทีมีส่วนสัมพันธ์กับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน การศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ นอกเหนือจากปัญหาความแตกต่างของการออกแบบ และวิธีการของแต่ละกลุ่มแต่ละองค์กรแล้ว ยังมีปัญหาเกี่ยวเนื่องจากส่วนใหญ่ขาดความสนใจ และ ไม่เอาใจใส่ต่อผลกระทบของคอมพิวเตอร์ต่อการศึกษาอย่างจริงจัง ทั้งนี้เนื่องจาก วิวัฒนาการเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ก้าวรุดหน้าอย่างรวดเร็วจนทำให้การติดตามความเจริญของคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว ก็ใช้เวลาไปเกือบหมดแล้วเลยทำให้ไม่รู้ว่า ใครควรเป็นผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแน่

นักโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบุคคลที่ต้องกระทำสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. เป็นผู้ทำการวิเคราะห์ระบบโครงงาน
2. กำหนดและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สร้างแบบทดสอบตามเกณฑ์
4. เขียนขอบเขตบทเรียนตามระดับการศึกษาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เขียนลำดับการสอนในรูปแบบเตรียมการสอน แล้วเขียนโปรแกรมบทเรียนช่วยสอน ซึ่งเขาสรุปได้ว่า นักโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ เป็นเสมือนผู้วิเศษ ซึ่งเป็นผู้รู้รอบด้านเหมือนกับนิยายในฝันจริง ๆ ถ้าอย่างนั้น ความสามารถของนักโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน น่าจะมีอะไรสามารถจะแจกแจงเป็น ข้อ ๆ ได้อย่างไร

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยการสอน มีการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมา ที่จะนำไปช่วยเสริมการเรียนการสอนในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาที่ค่อนข้างยุ่งยาก จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์มากมาย เสียค่าใช้จ่ายสูง แล้วก็เด็กเกิด Concept ยาก เขานำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย เช่น ทางด้านวิทยาศาสตร์ หากว่าเราสร้างบทเรียนได้เหมือนเกมทีวี ซึ่งสนุกสนานจนสามารถทำให้เด็กคิดได้ ถ้าเขียนบทเรียนให้ตื่นเต้นสนุกสนาน มีอะไรมาสลับฉาก ก็คิดว่าเด็กจะสนใจการเรียนมากขึ้น การทำบทเรียนส่วนมากก็มักเป็นความสามารถของครู อาจารย์จะทำอย่างไร จะแทรกตรงไหน ให้บทเรียนสนุกขึ้น

ก. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยนการสอน (Computer Assisted Instruction) มีความหมายหลายแนวทางใกล้เคียงกันดังนี้

1. การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยการสอนวิชาต่าง ๆ ให้มนุษย์ โดยให้เครื่องกับผู้เรียนโต้ตอบกันเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการสอนให้คนรู้จักเขียนโปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์ แต่ไม่รวมถึงการสอนคนให้รู้จักวิธีใช้คอมพิวเตอร์ หรือรู้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไรคอมพิวเตอร์จึงเป็นเพียงเครื่องมืออย่างหนึ่ง ที่ครูจะนำมาใช้เป็นสื่อการสอน

2. การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือเท่านั้น ไม่มีชีวิต ไม่มีความรู้สึก จึงไม่อาจที่จะเข้าใจผู้เรียน และเข้าใจปัญหาที่เป็นบ่อเกิด อันทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ ไม่สนใจต่อการศึกษา แต่คอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ช่วยในการเรียนการสอนได้ระดับหนึ่งในรูปแบบต่าง ๆ ตามคุณสมบัติที่คอมพิวเตอร์มีอยู่ เช่น คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก และไม่เกิดการลืม ทำงานได้ตลอดเวลาโดยไม่มีการเบื่อหน่าย อีกทั้งยังทำไปตามคำสั่งของมนุษย์อย่างซื่อสัตย์ จึงทำให้เหมาะในการที่ใช้ทบทวนบทเรียน ฝึก ปฏิบัติ หรือทักษะในวิชาการต่าง ๆ ได้ผลอย่างดี

ข. บทบาทและความสำคัญในการนำเอาคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอน

การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอน (Computer Assisted

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction) หรือ CAI เป็นวิชาที่ได้รับความสนใจกันมาก ทั้งในวงการนักการศึกษา และนักคอมพิวเตอร์ ให้ข้อดีที่สามารถโต้ตอบผู้เรียนได้ สามารถให้ภาพเคลื่อนไหวและตัดสินทางเลือก เมื่อผู้เรียนตอบถูกหรือผิดได้จากหลักฐานของการใช้บทเรียน CAI ทำให้นักวิชาการศึกษาหลายคนได้ทดลองกับนักเรียนในระดับต่าง ๆ ให้ผลในลักษณะเป็น เครื่องช่วยพัฒนานักเรียนในลักษณะแตกต่างกันกับการสอนของครู กล่าวคือ CAI จะช่วยให้คนเก่งขึ้น คนอ่อนสามารถพัฒนาให้มีมาตรฐานสูงขึ้น ถ้าให้ครูสอนพยายามยึดหลักกลุ่มเฉลี่ยให้สูงขึ้น

<u>ประโยชน์ของ CAI</u>

1. ใช้เป็นเครื่องช่วยสอนส่วนบุคคล

2. ใช้เป็นเครื่องมือทำการวิจัยค้นคว้าเรื่องการสอน ภายใต้การควบคุมเงื่อนไขของนักเรียน

3. เป็นเครื่องมือช่วยสอนในการพัฒนาโปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการสอนตลอดจนพัฒนาการสอน ในการวางแผนหลักสูตร และการประเมินผลการเรียนของเด็ก

4. นักเรียนเรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนตามปกติ นักเรียนสามารถจะเรียนได้ตามเวลาที่เขาสะดวก โดยที่ไม่ต้องมีใครบังคับ นักเรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเองจะเรียนได้ช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับ ความรู้พื้นฐาน และความสามารถของผู้เรียนเอง และนักเรียนสามารถเลือกเรียนจาก CAI เมื่อขาดชั้นเรียน

5. CAI เป็นวิธีสอนที่ดีกว่าในการสอนตามปกติ

6. CAI เป็นเครื่องมือช่วยการศึกษาส่วนตัวของนักเรียน

7. CAI เป็นตัวประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียนโดยอัตโนมัติ

8. CAI เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนและทำงานกับโปรแกรมที่กว้างขวาง และดีกว่าการสอนตามปกติ นักเรียนได้เรียนแบบ Active Learning ตลอดจนเรียนการแก้ปัญหาที่สลับซับซ้อนมากกว่าการสอนตามปกติ

9. ครูทำหน้าที่สอนหนัก และทำงานทั้งวัน CAI จะกำจัดการทำงานที่น่าเบื่อหน่ายงานที่ต้องการทำอยู่ซ้ำ ๆ ออกไปอย่างมากทีเดียว

10. CAI จะทำให้ครูสามารถที่จะปรับปรุงตัวเองให้มีประสิทธิภาพ ทันต่อเหตุการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

11. CAI จะเป็นเครื่องมือสนับสนุนให้ครูใช้โปรแกรมแตกต่างกันไปในแต่ละภาคการศึกษา

12. CAI ทำให้ครูมีเวลาที่จะทำงานกับนักเรียน มีความสัมพันธ์กับเด็กและช่วยเหลือเด็กแต่ละคนได้มากยิ่งขึ้น

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในประเทศไทย นับเป็นเรื่องใหม่มาก แต่ในประเทศสหรัฐอเมริกา CAI เป็นที่แพร่หลาย และใช้กันในโรงเรียนทุกระดับ ดังเห็นได้จากผลของการสำรวจ Public School ในปี 1981 ปรากฏว่า 50 % ของ School districts มีคอมพิวเตอร์หรือเช่าคอมพิวเตอร์ไว้ใช้ 25 % ของโรงเรียนในสหรัฐอเมริกามีการสอนคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน ซึ่งตัวเลขนี้แสดงให้เห็น แนวโน้มการใช้ CAI จะมีมากยิ่งขึ้นในอนาคต EORK คาดคะเนว่า ปี ค.ศ. 2000 50 % ของการสอนในประเทศสหรัฐอเมริกาจะใช้ CAI

ซอฟต์แวร์ทางการศึกษา ในปัจจุบันสร้างขึ้นโดยผู้สอนในวิชานั้น ๆ ซึ่งอาจสร้างขึ้นใช้ภายในสถานศึกษา (ในต่างประเทศ) และสร้างขึ้นโดยบริษัทอิสระ ซึ่งมีจำนวนมากขึ้นในปัจจุบัน

ค. ชนิดของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI ที่ใช้ในวงการศึกษาปัจจุบันมี หลายรูปแบบ ตามความเหมาะสมทั้งผู้ออกแบบบทเรียน และผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน

<u>การแบ่งลักษณะของ CAI จึงแบ่งออกได้ดังนี้</u>

1. การฝึกทักษะ (Drill and Practice) ในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนนั้น ส่วนมากนำมาใช้การฝึกทักษะ ซึ่งอาจจะเป็นทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาต่าง ๆ ซึ่งรวมทั้งการอ่านและการสะกดตัวอักษรด้วย หรือ อาจจะเป็นการฝึกทักษะในด้านอื่น ๆ ที่ต้องการทำซ้ำ ๆ กัน นักเรียนนักศึกษาเป็นจำนวนมาก ยืนยันว่า การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะในด้านต่าง ๆ จะเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยความร่วมมือระหว่างนักศึกษา ผู้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการเรียนของ เด็กเป็นอย่างดี และนักเขียนโปรแกรมผู้มีความรู้ความชำนาญในด้านการป้อนคำสั่ง ให้คอมพิวเตอร์ทำงานโปรแกรมในด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฝึกทักษะนั้น ไม่ช่วยนักเรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงด้านเดียว แต่ยังช่วยฝึกนักเรียนให้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้นักเรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่ตลอดเวลา ถ้านักเรียนไม่รู้จักคิดคำตอบ ก็มิอาจจะตอบคำถามนั้น ๆ ได้

ข้อดีอีกประการหนึ่งในการใช้คอมพิวเตอร์ในการฝึกทักษะในด้านต่าง ๆ ก็ คือ เด็กอาจมีบทบาทในการเลือกเนื้อหาวิชาเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาที่เด็กสนใจ ในอนาคตมีแนวโน้มว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ราคาจะถูกลง และมีใช้ในการเรียนการสอนขึ้น นักเรียนก็จะมีโอกาสในการเรียนรู้ถึงวิธีการเขียนโปรแกรมด้วยตนเอง ด้วยวิธีนี้ นักเรียนจะสามารถบรรจุเนื้อหาตนต้องเรียนเข้าไว้ในโปรแกรม ซึ่งทำให้นักเรียนเลือกเนื้อหาที่เขาต้องการเรียนได้

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าไมโครคอมพิวเตอร์จะมีบทบาทมากขึ้นในด้านการฝึกทักษะในวิชาต่างๆให้แก่เด็ก แต่โปรแกรมดังกล่าว ก็มิอาจจะนำมาใช้แทนการสอนของครูโดยทั้งหมดได้ เพราะว่าโปรแกรมต่าง ๆ คงไม่สามารถที่จะบรรจุเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้ทั้งหมด ทุกแง่ทุกมุม จุดสำคัญของการฝึกทักษะก็เพื่อเสริมการสอนของครู และช่วยให้นักเรียนหาทักษะเพิ่มเติมจากการฝึกซ้ำ ๆ นั้น ถึงแม้จะมีคอมพิวเตอร์มาช่วย การเรียนการสอนก็มิอาจจะขาดครูได้

2. เกมการเรียนการสอน (Instruction Game) เกมการเรียนการสอนมีลักษณะที่แตกต่างไปจากเกมทั่วๆ ไป กล่าวคือ เกมการเรียนการสอนช่วยเสริมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ หลักการทางวิชาการที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน ทำให้นักเรียนได้ความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อมกัน เป้าหมายสำคัญของเกมการเรียนการสอน ก็คือช่วยให้เด็กได้เรียนรู้เป็นสำคัญ ส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่ว ๆ ไปก็คือเป็นการแข่งขันเพื่อชัยชนะ ซึ่งเป็นการนำไปสู่การเรียนรู้นั่นเอง

เกมการเรียนการสอนนั้น สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางในหลายวิชาไม่ว่าจะเป็นวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือ ภาษาศาสตร์ เราสามารถใช้เกมการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการวางแผน และการคิดค้นของครูและผู้เขียนโปรแกรม ว่า บรรจุเนื้อหาวิชาลงไปในเกมอย่างไร จึงทำให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลิน หากครูไม่มีเวลาในการเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับการเรียนการสอน ครูก็อาจจะหาซื้อเกมที่มีขายอยู่ทั่วไปได้ เกมที่เขียนขึ้นโดยผู้มีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรม มักจะมีความยุ่งยากสลับซับซ้อนกว่าเกมที่ครูเขียนขึ้น แต่ไม่ได้หมายความว่า เกมดังกล่าวมีคุณภาพดีกว่าเกมที่ครูเขียนขึ้นเสมอไป เกมการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีคุณภาพเพียงใดหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของเกม หากเกมสามารถสอนนักเรียนได้บรรจุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ และเกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินแก่เด็กแล้ว ก็นับเป็นเกมที่อยู่ในข่ายของเกมที่มีคุณภาพ

3. การสอนเฉพาะราย (Tutorial) ในเรื่องที่เกี่ยวกับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์สอนนักเรียนแทนครู เฉพาะในเรื่องเนื้อหาวิชาบางตอน ซึ่งเด็กอาจจะเรียนไม่ทัน หรือขาดเรียนในวันที่นักเรียนส่วนใหญ่เรียนเรื่องนั้น ๆ การเรียนในลักษณะนี้ ก็จะเป็นการเรียนรายบุคคล นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง คอมพิวเตอร์จะถามนักเรียนทีละคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบ หากนักเรียนตอบได้ คอมพิวเตอร์ก็จะถามคำถามต่อ ๆ ไปอีก การเรียนรู้จึงเกิดจากการที่นักเรียนได้คิดเพื่อที่จะตอบคำถามที่ถามด้วยคอมพิวเตอร์การสอนด้วยวิธีนี้ เหมาะสำหรับการสอนแนวความคิดใหม่ ๆ หรือความคิดรวบยอดบางประการแก่เด็ก ข้อเสียของการสอนวิธีนี้ก็คือ เป็นการจำกัดการเรียนรู้ของเด็ก เพราะคำตอบที่ถูกมักมีคำตอบเดียว ส่วนข้อดีนั้นมีหลายประการ กล่าวคือการสอนแบบนี้ช่วยให้เด็กรู้จักคิด ทั้งนี้เพื่อจะตอบคำถามจากคอมพิวเตอร์ จึงเหมาะที่จะใช้สอนความคิดรวบยอดในด้านต่าง ๆ ซึ่งคอมพิวเตอร์อาจสอนได้ดีกว่าครู ยิ่งไปกว่านั้น การสอนแบบนี้ เป็นการสอนเป็นรายบุคคล ซึ่งนักเรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์ได้ครั้งละ 1 คนเท่านั้น จึงเป็นการสอนที่สอดคล้องกับลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคลเด็ก เพราะนักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามความสามารถและระดับสติปัญญาของตน ซึ่งบางคนอาจใช้เวลามากในการเรียนจนกว่าจะจบโปรแกรม แต่บางคนก็ใช้เวลาน้อย การเรียนการสอนแบบนี้จึงทำให้เด็กเรียนได้ตามความสามารถของตน

4. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งที่ครูมักนำมาใช้เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ ครูจะเป็นผู้แสดงให้นักเรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีวิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ก็มี ลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม ตลอดทั้งสีและเสียงอีกด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างของอะตอม การหมุนเวียนของโลหิต ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็วและความเร่งกระบวนการทางธรณีวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสมดุลของสมการ การไหลของกระแสน้ำมหาสมุทร เป็นต้น

นักเรียนมักให้ความสนใจต่อการสาธิต โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นพิเศษ เพราะว่า การสาธิตดังกล่าวน่าสนใจ และประกอบด้วยสีสันที่สวยงามกว่าสีของกระดานดำ ยิ่งไปกว่านั้นเด็กอาจทดลองด้วยตนเอง หากเด็กมีความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมแล้วเด็กอาจเขียนโปรแกรมขึ้นมาเอง และสามารถสาธิตถึงการทำงานของกลไกต่าง ๆ ตามแนวที่ตนคิดขึ้นเอง

การสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีคุณภาพ มักเป็นการสาธิตโดยใช้โปรแกรมที่สลับซับซ้อน ซึ่งอาจจะเกิดความของครูที่จะเขียนโปรแกรมที่มีความสลับซับซ้อนเช่นกันได้ ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องจัดหาโปรแกรมที่นักเขียนโปรแกรมอาชีพเขียนขึ้น ซึ่งโปรแกรมในลักษณะนี้มีจำหน่ายทั่ว ๆ ไป แต่อย่างไรก็ตาม การสาธิตที่ดีไม่จำเป็นต้องสาธิต ด้วยโปรแกรมที่หรูหราและสลับซับซ้อน หากแต่เป็นโปรแกรมที่สามารถสาธิตในหัวข้อที่ต้องการได้อย่างดี ก็นับเป็นโปรแกรมการสาธิตที่ดีซึ่งโปรแกรมดังกล่าวคงไม่เกินความสามารถของครูที่เขียนขึ้น หรือจัดหามา

5. การจำลองแบบ (Simulation) การจำลองเป็นการเลียนแบบของจริง หรือสิ่งที่อยู่ในจินตนาการ ซึ่งบางครั้งอาจมีขนาดใหญ่เกินไป จนทำให้ไม่สะดวกในการที่จะศึกษา หรือของบางอย่างอาจเป็นอันตรายหากเข้าไปศึกษาโดยใกล้ชิดกด้วยตนเอง จึงจำเป็นต้องมีการจำลองแบบให้เล็กลงด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้นักเรียนศึกษาได้ การจำลองแบบเป็นการย่อสภาวะแวดล้อมบางอย่างให้เล็กลง แล้วให้นักเรียนเข้าไปอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้น เพื่อศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้น ตัวอย่าง เช่น การจำลองชีวิตเมื่อสำเร็จการศึกษาเป็นเหตุการณ์ที่สมมุติขึ้นว่า เมื่อนักเรียนสำเร็จการศึกษาแล้ว ส่วนใครจะทำอะไรก่อน ก็ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักเรียน จะต้องหางานทำ แต่งงานและมีครอบครัว ส่วนใครจะทำอะไรก่อน ก็ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักเรียนเอง โดยอาศัยสถิติที่คอมพิวเตอร์บอกให้ และนักเรียนก็ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เป็นการตัดสิน คล้ายกับชีวิตจริงที่เกิดขึ้นในอนาคต ในปัจจุบันมีโปรแกรมประเภทนี้จำหน่ายมากมาย ครูสามารถจัดหามาเพื่อสอนนักเรียนได้ตามต้องการ

การจำลองแบบโดยคอมพิวเตอร์ สามารถนำมาใช้การเรียนการสอนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เนื้อหาวิชาและความคิดรวบยอด ใช้เร้าความสนใจของนักเรียนได้หลายวิชา ในวิชาวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์สามารถจำลองแบบการทดลอง และ ธรรมชาติบางอย่าง เช่น การชลประทาน อ่างเก็บน้ำ ในวิชาสังคมศาสตร์ อาจใช้จำลองระบบทางสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเมืองและเศรษฐกิจ สภาพของสังคมที่แตกต่างกัน ระหว่างสังคมในเมืองกับสังคมชนบท แสดงภัยธรรมชาติ อันเกิดจากแผ่นดินไหว น้ำท่วม ภูเขาไฟระเบิด หรือใช้แสดงภัยที่มนุษย์เป็นผู้ก่อขึ้น เช่น มลภาวะ การระเบิดของลูกระเบิดปรมาณู ในวิชาประวัติศาสตร์ ครูอาจแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสมัยต่าง ๆ ได้ด้วยคอมพิวเตอร์

6. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านสอบสวนสืบสวน (Inquiry) ผู้สอนรวบรวมเนื้อหาเขียนโปรแกรม (software) ขึ้นโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ ผู้เรียนจะตั้งปัญหาทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) ป้อนคำถามเข้าคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์ก็ใช้คำตอบ การเรียนดำเนินไปเช่นนี้ จนกว่าผู้เรียนจะสามารถแก้ปัญหาหรือเข้าใจปัญหา

2.3 บทเรียนแบบโปรแกรมทางไมโครคอมพิวเตอร์

บทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของบทเรียนแบบโปรแกรมโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางแทนสิ่งพิมพ์หรือสื่อประเภทอื่น ๆ แต่มีศักยภาพเหนือกว่าบทเรียนสำเร็จรูปในรูปอื่น ๆทั้งหมด โดยเฉพาะมีความสามารถที่เกือบจะแทนครูที่เป็นมนุษย์ได้ ถึงแม้ว่าศักยภาพของบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์จะเหนือกว่าบทเรียนสำเร็จรูปอื่น ๆ แต่โครงสร้างและพัฒนาบทเรียนนี้ ก็มีขั้นตอน เช่นเดียวกัน

ก. พัฒนาการของบทเรียนแบบโปรแกรม

หลังจากโซคราติส และอริสโตเติล ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับกระบวนการสอนแบบขนมชั้นและการเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง จนกระทั่งในปี 1927 เพรสซี่ (Pressey) ก็ได้เสนอความคิดว่า น่าจะสามารถใช้เครื่องจักรกลทำหน้าที่การสอนแทนครูที่เป็นมนุษย์ได้ ต่อมาในปี 1954 สกินเนอร์ (B.E. Skinner) ก็เสนอบทเรียนแบบเรียงลำดับ (Linear Programme) เพื่อใช้กับเครื่องจักรช่วยสอน หรือ Teaching Machine และอีกไม่นาน โครวเดอร์ (N.A. Crowder) ก็เสนอบทเรียนแบบแตกแขนง (Intrinsec Programme) ซึ่งเป็นระบบการศึกษาเพื่อสนองความแตกต่างของบุคคล จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสามารถสอนได้ใกล้เคียงกับการสอนของครู อย่างไรก็ตาม บทเรียนแบบโปรแกรมไม่สามารถทดแทนครู เพียงแต่เป็นส่วนเสริมการสอนของครูได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ข. ชนิดของบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรมในปัจจุบัน สามารถพบได้ใน 3 รูปแบบของหนังสือบทเรียนสำเร็จรูป (Programmed text) ในรูปของเครื่องมือช่วยสอน (Teaching Machine) ซึ่งรวมทั้งพวกคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วย และในรูปของส่วนหนึ่งของชุดสหสื่อ (Multimedia Package) บทเรียนแบบโปรแกรมเหล่านี้ จะเป็นบทเรียนแบบใดแบบหนึ่งในสามแบบ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว

ค. ลักษณะโครงสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

ลักษณะโครงสร้างของบทเรียนแบบโปรแกรม สามารถกำหนดจากหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่สำคัญ ๆ เป็น 9 ประเด็น ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่จะสอน จะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่ากรอบ (Frame) โดยในแต่ละกรอบจะมีข้อความมากน้อย ขึ้นอยู่กับความจำเป็นของข้อความที่ต้องการสื่อความใดความหนึ่งได้สมบูรณ์ แต่ต้องย่อและกระทัดรัด และสามารถสื่อความได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย

2. แต่ละกรอบ (Frame) จะต้องกำหนดให้มีการสนองตอบจากผู้เรียนในรูปหนึ่งอาจเป็นคำถามหรือการให้เติมคำ หรือการตอบสนองด้วยการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งก่อนจะต่อไปยังกรอบถัดไป

3. บทเรียนแบบโปรแกรมทุกบท จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน และ สามารถตรวจสอบและประเมินผลจากผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหมายความว่ารายละเอียดข้อความในแต่ละกรอบ ควรจะเขียนขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า

4. การย้อนกลับต่อผู้เรียนหลังจากได้ทำแบบฝึกหัด หรือตอบคำถามใด ๆ จะต้องกระทำทันทีที่จะทำได้ ซึ่งเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) ที่สำคัญมากเป็นจุดเด่นของบทเรียนแบบโปรแกรม โดยเฉพาะบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์

5. การจัดเรียงกรอบต่าง ๆ จะเรียงอย่างถูกต้องตามตรรกศาสตร์ จากง่ายไปหายาก จากสิ่งที่รู้ไปสู่ที่ไม่รู้ จากของเก่าไปสู่ของใหม่ โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ปรับการเรียนรู้เพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ แต่ไม่ละเลยการเสริมแรง สามารถจำได้คงทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแม่นยำด้วย

6. บทเรียนแบบโปรแกรม ควรมีการทดสอบปรับแต่งอยู่เสมอ โดยอาศัยการใช้กับบุคคลต่าง ซึ่งความแตกต่างของบุคคลและกลุ่มคนอาจจำเป็นต้องใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่มีรายละเอียดบางอย่างที่แตกต่างไปบ้าง บทเรียนแบบโปรแกรมควรมีความสามารถที่จะยืดหยุ่นในการปรับปรุงได้สะดวก

7. ข้อความในบทเรียนแบบโปรแกรม จะต้องเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ในตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องขยายความเพิ่มจากบรรยายหรือการอธิบาย

8. บทเรียนแบบโปรแกรม เป็นการเรียนที่ไม่ผูกกับเวลาจะเรียนเร็วหรือเรียนช้าขึ้นกับความสามารถของแต่ละบุคคล หรือความต้องการของแต่ละบุคคลด้วย

9. การใช้บทเรียนแบบโปรแกรม จะไม่อยู่ภายใต้การดูแลของครูอาจารย์ หรือในสถานที่กำหนดไว้ จะเป็นการเรียนที่อิสระจากการดูแลหรือควบคุมของบุคคลอื่น ๆ และเรียนในสถานที่ใด ๆ ผู้เรียนหรือต้องการก็ได้

2.3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์

การสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นกระบวนการที่เป็นระบบสมบูรณ์เป็นภาวะที่สำคัญที่ต้องการความละเอียดรอบคอบ และจิตสำนึกของวิธีการระบบ (System Approach) ผู้เขียนจะต้องระลึกอยู่เสมอว่า บทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นนี้จะทำการสอนโดยไม่มีครู-อาจารย์ ปรากฏต่อหน้าผู้เรียน ไม่มีการกำกับการเรียนทีละขั้น ไม่มีใครกำชับให้สนใจเรียนหรือจดงาน นอกจากบทเรียนที่ได้เขียนโดยการวางแผนไว้อย่างดีแล้วเท่านั้น

การสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนต่าง ๆ

รายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆมีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียบเรียงเป้าหมาย เพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตามหลักสูตรว่าเนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ระดับใดควรใช้เวลาสอนปกติเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นความรู้ระดับใด ความพร้อมทางด้านอื่น ๆ ของผู้เรียนมีอะไรบ้าง เป็นต้น นอกจากนี้ ยังเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาประสบการณ์สอนวิชาที่กำหนดนี้ของตนเองและของผู้สอนคนอื่น เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการจัดวางแผนต่อไป

2. การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาที่กำหนด เป็นสิ่งที่สำคัญและจะต้องจัดเขียนขึ้นเอง ทั้งนี้ตามหลักสูตรส่วนมากจะไม่ได้กำหนดไว้ หรืออาจมีเฉพาะวัตถุประสงค์ทั่วไป การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนทุก ๆ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ หรือที่จะได้จากการเรียนวิชานี้

3. เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และคำถามนำร่อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้นทั้งหมด แต่ละวัตถุประสงค์จะมีความต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกัน การจัดเรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนทุก ๆ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ หรือที่จะได้จากการเรียนวิชานี้

4. วิเคราะห์เนื้อหา จัดทำเป็นแผนภูมิข่ายงาน โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำที่ได้จัดทำไว้ นำมาประกอบในการวิเคราะห์จัดเรียงเนื้อหาวิชา ให้อยู่ในระบบความสัมพันธ์ต่อเนื่อง และเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเขียนหัวเรื่องเหล่านั้นในรูปแบบแผนภูมิข่ายงานที่สมบรูณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่าง ๆ พร้อมทั้งลำดับทางตรรกของเนื้อหาที่สมบรูณ์ด้วย

5. จัดซอยเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย เนื่องจากการสอนทางไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู-อาจารย์ การเสนอเนื้อหาครั้งละมาก ๆ อาจจะมีปัญหาในการเรียนได้ดังนั้น จึงจำเป็นต้องซอยเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสมบรูณ์ ในแต่ละหน่วยพอสมควร และผู้เรียนสามารถจะติดตามเนื้อเรื่องต่อไปได้โดยไม่สับสน หรือ ขาดตอน

6. การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด ข้อความเหล่านี้จะต้องกระทัดรัดเป็นประโยคที่ง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียนข้อความในกรอบต่าง ๆ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบด้วย โดยทั่วไปในแต่ละหน่วยย่อยของเนื้อหา จะประกอบข้อความต่าง ๆ 4 ชนิด คือ

ก. <u>กรอบหลัก (Set Frame)</u> เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยที่ผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

ข. <u>กรอบฝึกหัด (Practivce Frame)</u> เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนฝึกหัดข้อมูลที่ได้จากกรอบหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบ โดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

ง. กรอบรองส่งท้าย (Sub-terminal Frame) เป็นกรอบเขียนต่อจากกรอบส่งท้าย แต่เป็นข้อมูลที่แก้ไขความผิดหรือตอบผิดจากกรอบส่งท้าย เป็นกรอบที่จะเสริมความเข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น แต่อาจจะเป็นกรอบที่ข้ามไปได้

7. เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนด การเข้ารหัสในที่นี้หมายความว่า โครงสร้างโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำเป็นจะต้องแปลงข้อมูลเป็นรหัส เช่น แบบ Generative หรือ แบบ Artificial Intelligence ก็จัดทำตามที่กำหนด แต่ถ้าโปรแกรมออเธอร์ริ่ง แบบ Frame (Authoring System) ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างบทเรียนได้ง่าย ๆ การป้อนบทเรียนเข้าไปได้ง่าย ขั้นตอนนี้คงเป็นทั้งเตรียมป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไป จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้น ๆ โดยไม่ต้องกังวลว่าเป็นไปตามที่ตนคิดเพราะการจัดลำดับการแสดงบทเรียนจะถูกควบคุม โดยโปรแกรมในส่วนอื่น ๆ ต่อไป

9. ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนจากไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อป้อนบทเรียนเข้าไปหมดแล้ว ทดลองเรียกบทเรียนตามลำดับที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติ ทำการตรวจเช็คความเรียบร้อย แก้ไขปรับปรุงถ้าจำเป็น

10. ทดสอบบทเรียนกับผู้เรียนเป้าหมาย กล่าวคือ การสร้างบทเรียนไมโครคอมพิวเตอร์เท่าที่กระทำมาจนถึงขั้นนี้ ได้กระทำไปตามหลักทฤษฎีและความคาดหวังของผู้สร้างเท่านั้น เมื่อสร้างเสร็จแล้ว จำเป็นจะต้องทำการทดสอบ เพื่อตรวจดูผลว่า จะได้ตามที่คาดหมายไว้หรือไม่เพียงใด หากจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุง ก็ควรจะจัดการแก้ไขเสียก่อนนำไปใช้จริง

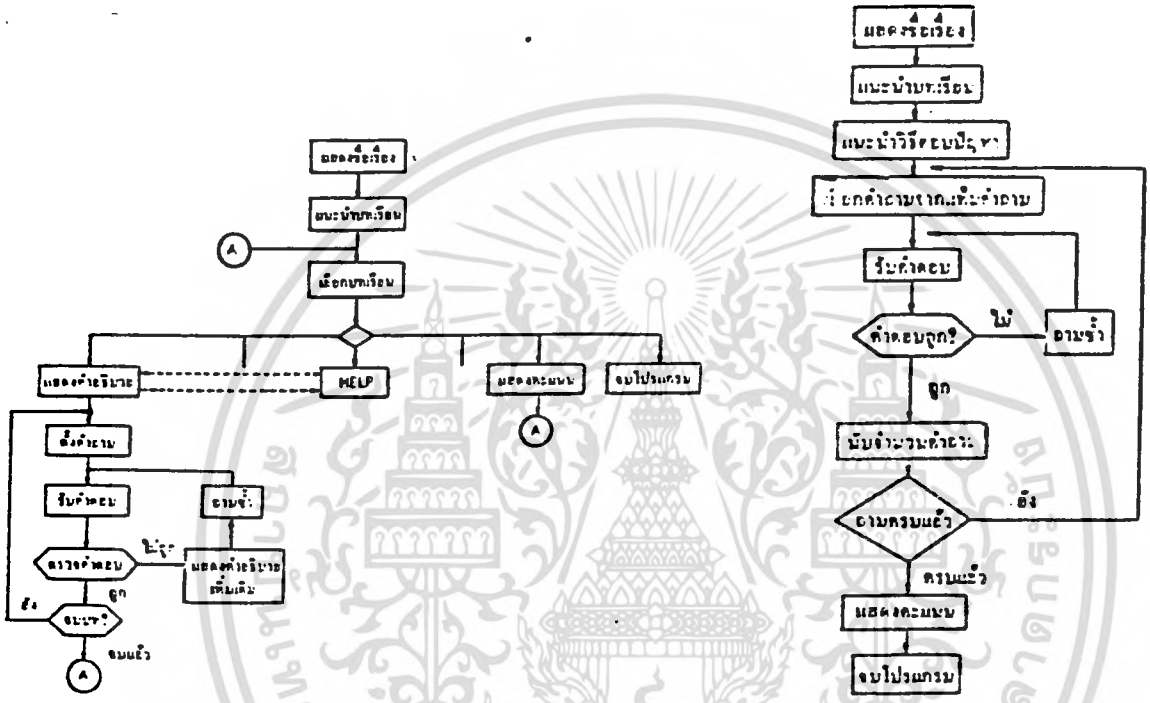
11. เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว จึงนำไปใช้กับผู้เรียนเป้าหมายต่อไป

12. การติดตามผลการเรียนของผู้เรียน เป้าหมายนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญมาก เมื่อการเรียนโดยบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ให้ผลของการเรียนจากกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ เป็นไปตามที่ความหวังไว้อย่างไร มีจุดอ่อน มีข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรจะแก้ไขอย่างใด ควรจะติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับวิชาอื่น ๆไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

รูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ใช้ได้ดีและไม่ยากเกินไปที่จะพัฒนาขึ้นมาใช้งานจะมีรูปแบบดังรูปต่อไปนี้



รูป 2-1 แสดงรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การค้นคว้าข้อมูลและการวางแผนการออกแบบระบบ คอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ต้องมีการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาในบทเรียนแต่ละบท และเนื้อหาเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแสดงผลออกทางจอภาพให้เป็นภาษาไทยใน Graphic Mode ตลอดจนการสร้างโปรแกรมเพื่อที่จะทำงานได้อย่างถูกต้อง เพื่อที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จะต้องมีขั้นตอนในการศึกษาและวางแผนการออกแบบดังนี้

3.1 รวบรวมเนื้อหาในบทเรียน

เนื้อหาต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนของระบบนี้นั้นคือ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งจะต้องรวบรวมทั้ง รายละเอียดของเนื้อหาทางวิชาการที่ละเอียดที่สุด ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ตลอดจนแบบฝึกหัดที่มีจำนวนข้อมากพอสมควรที่จะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายต่อข้อสอบ รวมทั้งต้องรวบรวมคำเฉลยและคำอธิบายที่เกี่ยวกับข้อสอบแต่ละข้อซึ่งในหนังสือโดยทั่วไปนั้นมีน้อยมาก

3.2 กำหนดภาษาที่จะใช้ในการโปรแกรมระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมคือภาษา ปาสคาล รุ่น 5.5 เนื่องจากโครงสร้างของภาษานี้สะดวกต่อการนำมาใช้งาน และผู้วิจัยมีความคุ้นเคยและถนัดในการใช้ภาษานี้มากกว่าภาษาอื่น จึงมีความเห็นตรงกันว่า การใช้โปรแกรมภาษา ปาสคาลนี้จะสามารถพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษานี้ ให้มีประสิทธิภาพได้มากกว่าการใช้ภาษาอื่นโปรแกรม

3.3 ศึกษาการใช้โปรแกรมในการแสดงภาษาไทยออกทางจอภาพ

ใน Graphic Mode สำหรับหลักการการแสดงภาษาไทยออกทางจอภาพ นั้นจะใช้ FRONT ที่มีอยู่แล้วของโปรแกรมประมวลผลคำภาษาไทย ราชวิถี โดยจะเพิ่มสัญญลักษณ์พิเศษอื่น ๆ อีก เช่น เครื่องหมาย ซิกม่า เครื่องหมายอินทิเกรท เป็นต้น ใน FONTGEN.EXE ของโปรแกรมประมวลผลคำภาษาไทย ราชวิถี การแสดงภาษาไทยทางจอภาพนั้น จะเป็นการนำเอาอักษรที่สร้างไว้แล้วใน ราชวิถี มาทำการวาดจุดทีละหนึ่งจุดจนเกิดเป็นตัวอักษร 1 ตัวอักษร สำหรับรายละเอียดต่าง ๆ ของการประมวลผลการแสดงอักษรภาษาไทยนั้นจะกล่าวต่อไปในภาคผนวก

3.4 ศึกษาขอบเขตของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

สำหรับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนนี้ จะต้องช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้เมื่อผู้เรียนเข้ามาใช้งานในระบบนี้แล้วจะต้องสามารถทำความเข้าใจในบทเรียนต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเอง สามารถแก้ปัญหาด้วยตัวเองได้กล่าวคือ การใช้คำในการตั้งโจทย์หรือ ในบทเรียนนั้นจะต้องเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน นอกจากนี้ ผู้เรียนจะต้องมีความสะดวกสบายในการใช้งานระบบนี้ และยังรวมถึงจะต้องทำให้ผู้เรียนสนุกและตื่นเต้นในการเรียน และการทำข้อสอบมากว่าที่จะใช้มนุษย์ในการสอน จึงจะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนให้มีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบระบบ คอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการออกแบบโครงสร้างของระบบงานคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป เป็นการกำหนดรูปแบบต่าง ๆ ของระบบคอมพิวเตอร์นั้น ว่า มีการจัดการภายในระบบอย่างไรบ้าง ขั้นตอนการทำงานของระบบเป็นอย่างไร ซึ่งการออกแบบที่ดีจะนำไปสู่ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานดียิ่งขึ้น สำหรับขั้นตอนการออกแบบระบบงานคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยการสอนมีดังนี้

4.1 <u>การออกแบบข้อมูลนำออก (Output Design)</u>

ในระบบงานคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยการศึกษา เรื่อง ลำดับและอนุกรม นี้ ผลลัพธ์เกือบทั้งหมดจะแสดงออกทางจอภาพทั้งนี้สามารถแสดงได้ทั้งบนจอภาพสี (EGA) หรือ จอภาพแบบปกติ (Monochrome) โดยข้อมูลนำออกจะเป็นการแสดงเนื้อหาในบทเรียนและการแจ้งผลการทดสอบของผู้เรียนซึ่งมีโครงสร้างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ เนื่องจากโดเมนของทุก ๆ ลำดับเป็นเลขจำนวนเต็มบวก จึงเขียนแทนลำดับอย่างสั้น ๆ เป็น $\{f(n)\}$ แทน $\{(n, f(n))\}$ เช่น ลำดับ $\{(n,1/n)\}$ เขียนเป็น $\{1/n\}$ และเขียน $\{a_n\}$ แทนลำดับซึ่งมีค่า $f(n) = a_n$ ที่จุด $x = n$ เรียก a_n ว่าเป็นเทอมทั่วไปของลำดับ

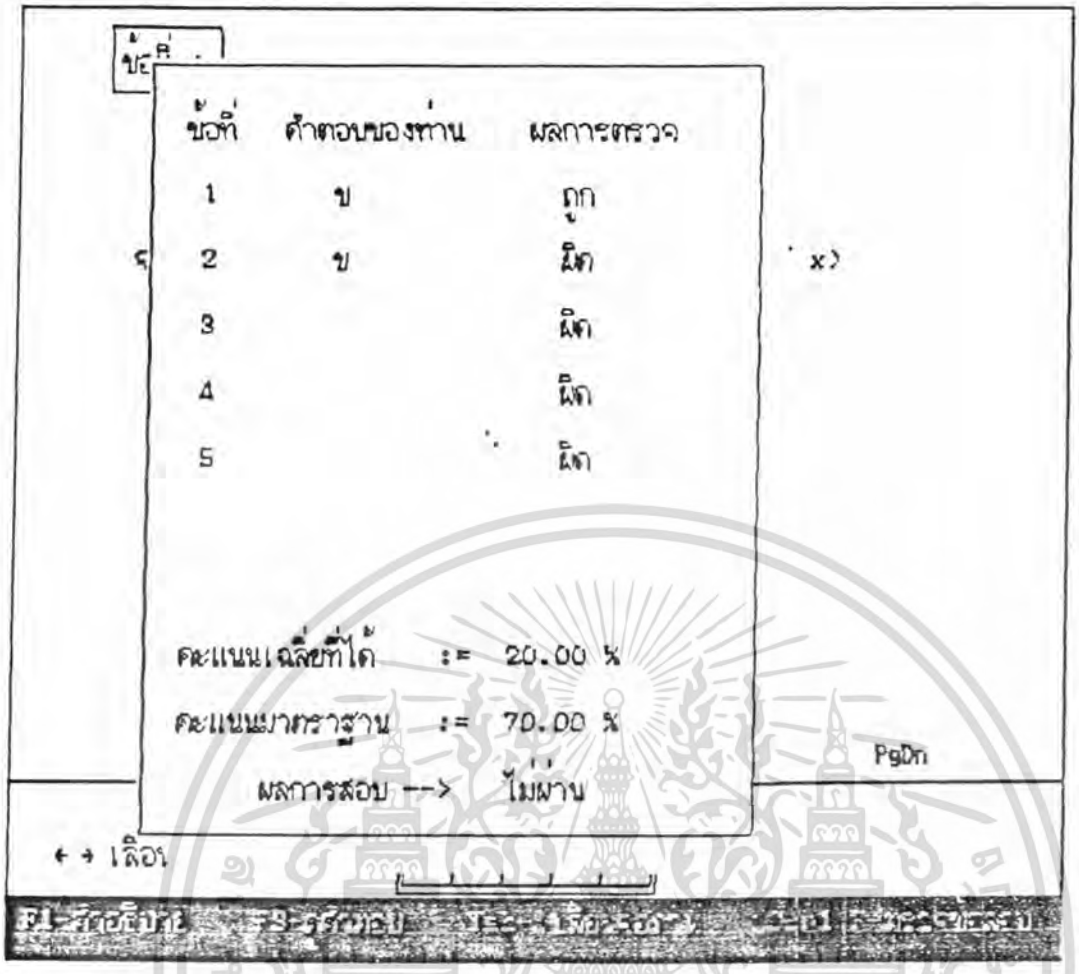
ถ้า ลำดับ $\{a_n\}$ ได้จากฟังก์ชันที่มีโดเมน เป็นเซตจำกัดของเลขจำนวนเต็มบวก เรียกลำดับนั้นว่า ลำดับจำกัด (Finite Sequence) ถ้า ลำดับ $\{a_n\}$ ได้จากฟังก์ชันที่มีโดเมน เป็นเซตอนันต์ของ เลขจำนวนเต็มบวก เรียกลำดับนั้นว่า ลำดับอนันต์ (Infinite Sequence)

ซึ่งบางครั้งอาจเขียนลำดับอนันต์ $\{a_n\}$ เป็น $a_1, a_2, a_3, \ldots$ ก็ได้

F1 = Help F < PgUp PgDn >

รูปที่ 4-1 แสดงจอภาพในการศึกษาเนื้อหาบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-2 แสดงจอภาพในการตรวจคำตอบของข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

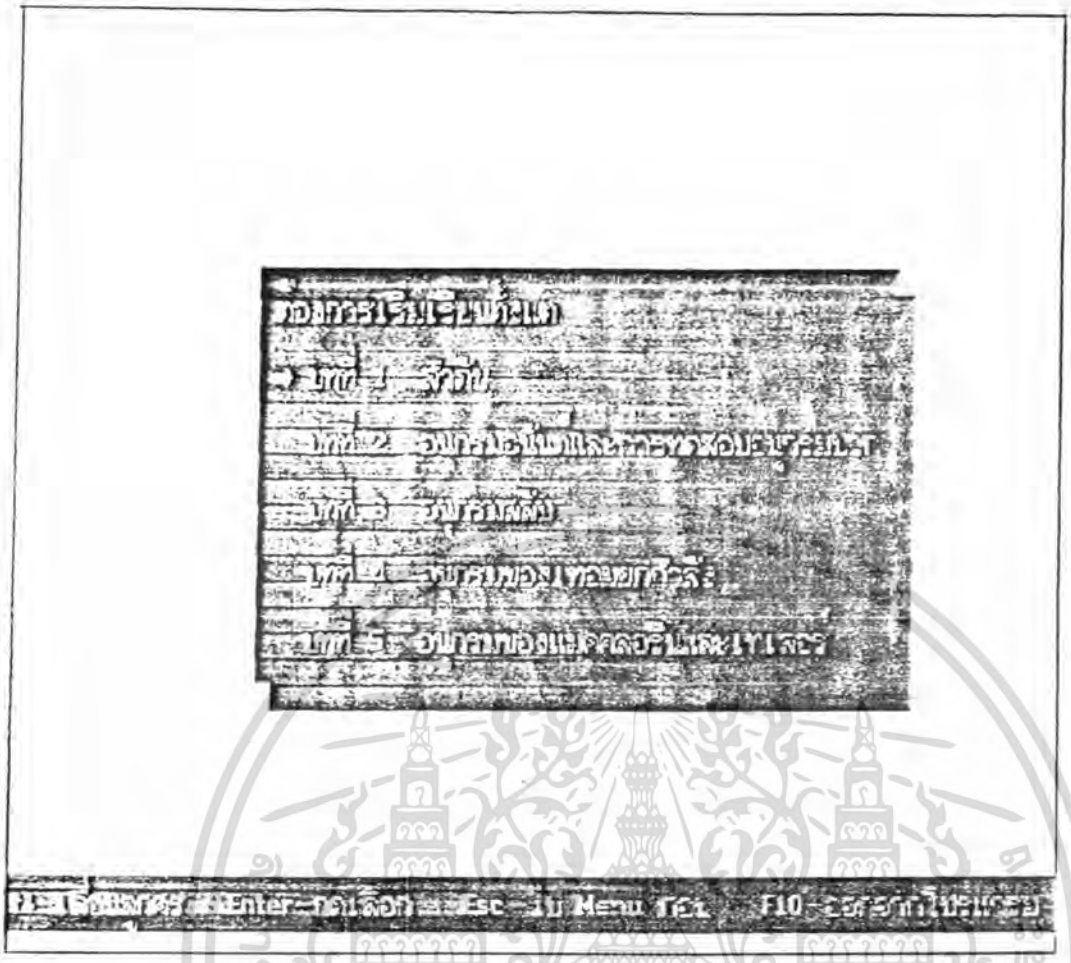
4.2 การออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design)

ข้อมูลนำเข้าประกอบด้วย

4.2.1 ข้อมูลนำเข้าในการเลือกการทำงานตามเมนูต่าง ๆ

รูปที่ 4-3 แสดงเมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-4 แสดงเมนูของนักศึกษาใหม่

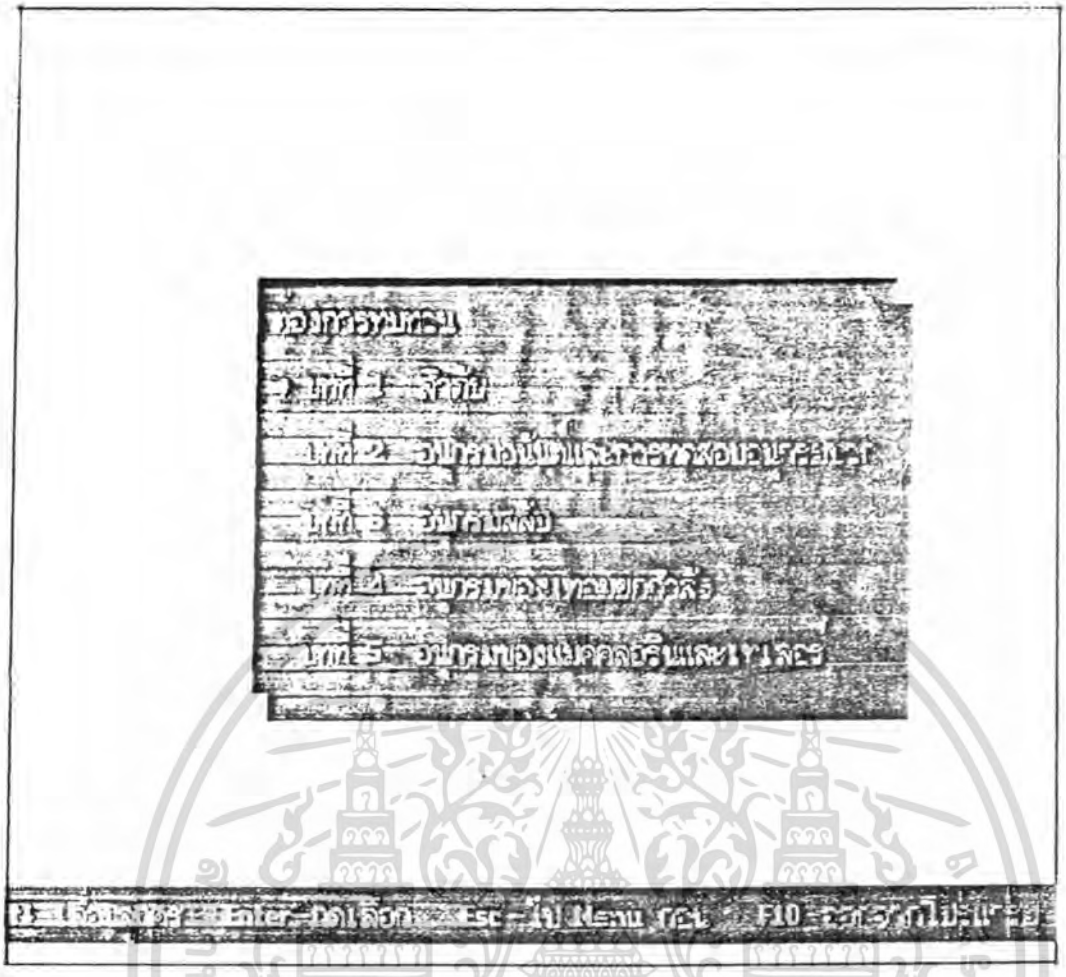
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-5 แสดงเมนูของนักศึกษาใหม่
ในการเลือกเรียนบทที่ 2 - 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-6 แสดงเมนูในการเลือกนักศึกษาเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-7 แสดงเมนูของนักศึกษาที่ต้องการทบทวนเฉพาะเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-8 แสดงเมนูของการเลือกทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

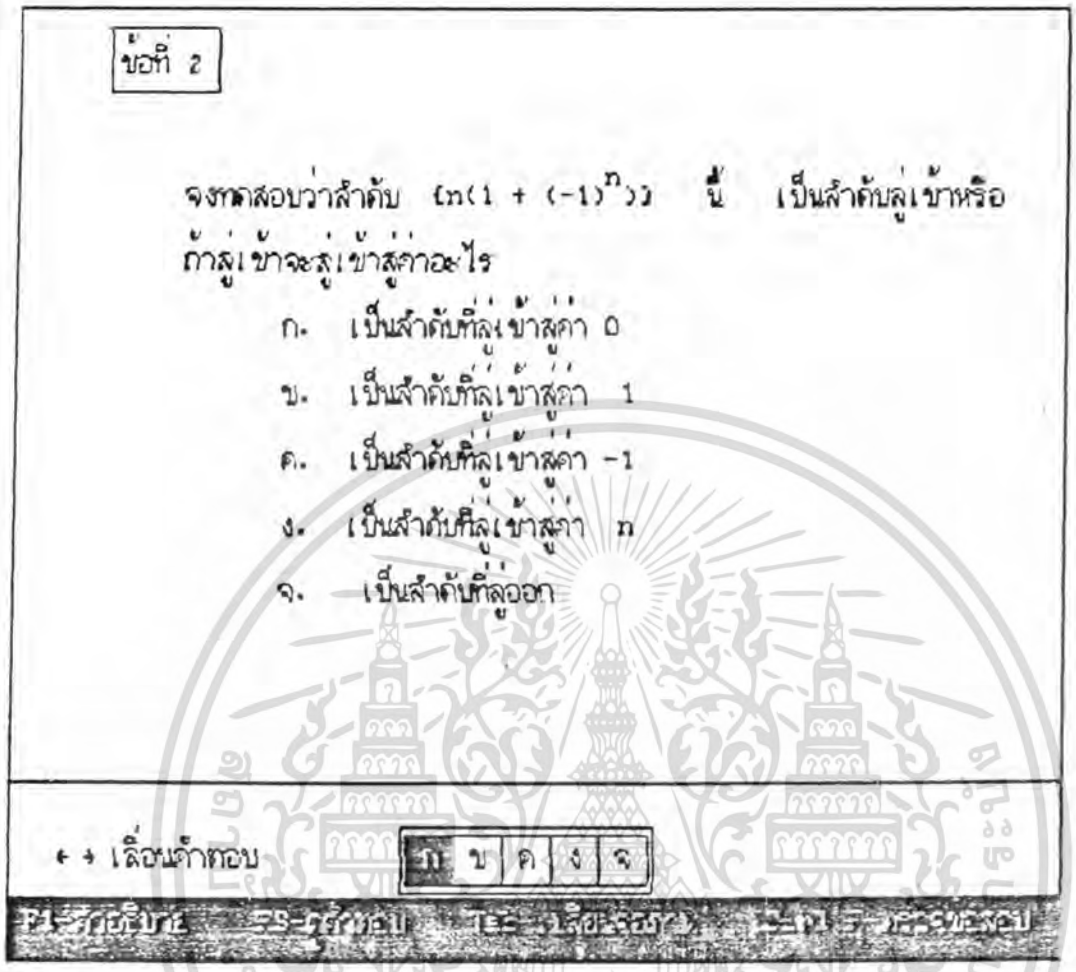
4.2.2 ข้อมูลนำเข้าในการตอบคำถาม

แบบทดสอบของระบบคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการศึกษานั้น จะประกอบด้วย

1. ข้อสอบชนิดเติมคำตอบ คำตอบของผู้เรียนจะต้องตอบในรูปแบบของจำนวนจริงเท่านั้น

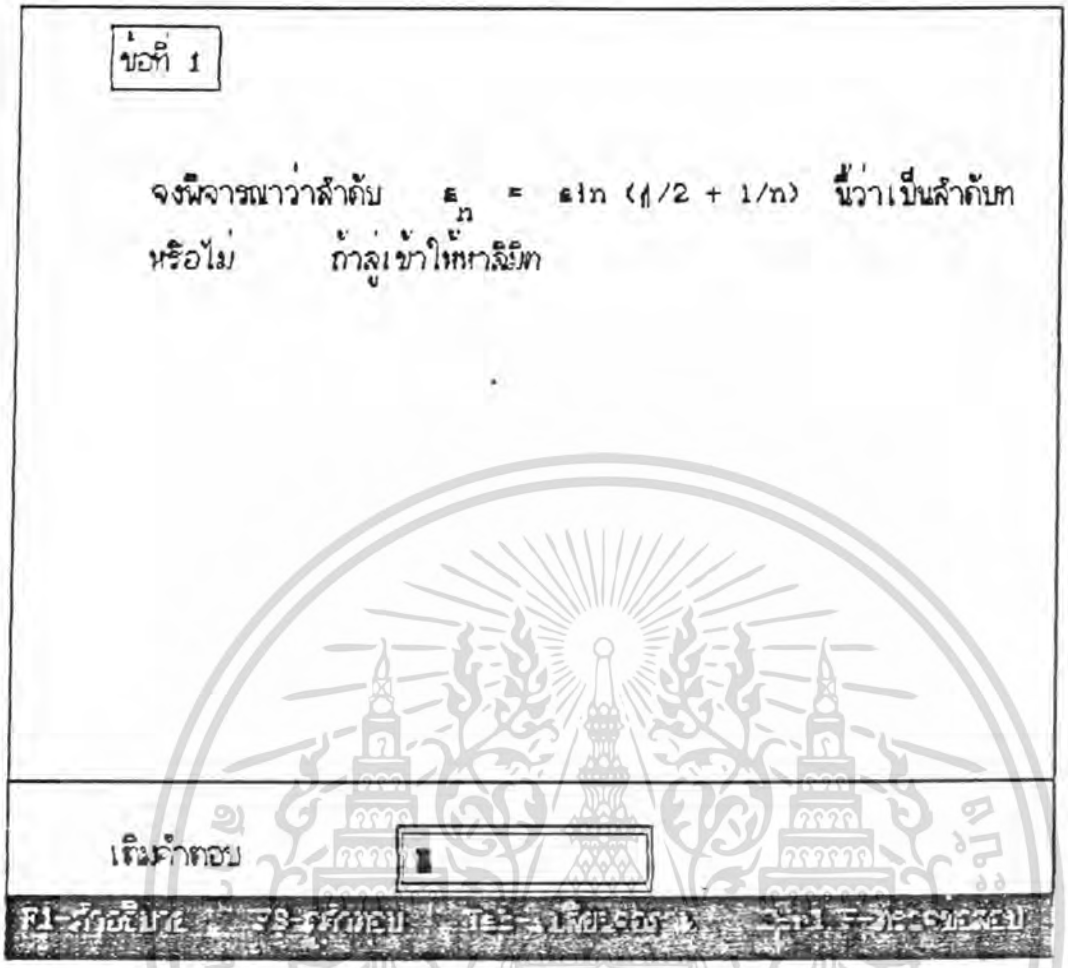
2. ข้อสอบชนิดเลือกคำตอบ ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้จาก ก ถึง จ ตามความต้องการของตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-9 แสดงการตอบคำถามแบบเลือกคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-10 แสดงการตอบคำถามแบบเติมคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)

ฐานข้อมูลที่นำมาใช้งาน ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษาประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 แฟ้มข้อมูลที่เกี่ยวกับบทเรียน

ชื่อแฟ้มข้อมูล : BOOK1.IDX,BOOK2.IDX,BOOK3.IDX,BOOK4.IDX, BOOK5.IDX

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : INDEX SEQUENCETIAL

หน้าที่ : เก็บค่าของจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของเนื้อหาในบทเรียนของบทที่ 1,2,3,4 และ 5 ตามลำดับ ที่เก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล BOOK1.RTX,BOOK2.RTX, BOOK3.RTX, BOOK4.RTX และ BOOK5.RTX ตามลำดับ

ชื่อตัวแปร	รูปแบบ	ความยาว	รายละเอียด
INX	INTEGER	3	จุดเริ่มต้นของบทเรียน
LINE	INTEGER	3	จำนวนบรรทัดของบทเรียน

ชื่อแฟ้มข้อมูล : BOOK1.RTX,BOOK2.RTX, BOOK3.RTX,BOOK4.RTX, BOOK5.RTX

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : TEXT FILE

หน้าที่ : เก็บเนื้อหาของบทเรียนบทที่ 1,2,3,4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแฟ้มข้อมูล : PROOF1.IDX, PROOF2.IDX, PROOF3.IDX, PROOF4.IDX, PROOF5.IDX

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : INDEX SEQUENCETIAL

หน้าที่ : เก็บค่าของ จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ของบทพิสูจน์ของบทเรียนบทที่ 1,2,3,4 และ 5 ที่เก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล PROOF1.RTX,PROOF2.RTX,PROOF3.RTX, PROOF4.RTX,PROOF5.RTX

ชื่อตัวแปร	รูปแบบ	ความยาว	รายละเอียด
INX	INTEGER	3	จุดเริ่มต้นของบทพิสูจน์
LINE	INTEGER	3	จำนวนบรรทัดของบทพิสูจน์

ชื่อแฟ้มข้อมูล : PROOF1.RTX,PROOF2.RTX,PROOF3.RTX, PROOF4.RTX, PROOF5.RTX

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : TEXT FILE

หน้าที่ : เก็บเนื้อหาของบทพิสูจน์ของบทเรียนบทที่ 1,2,3,4 และ 5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแฟ้มข้อมูล	:	BOOK1.HND
โครงสร้างแฟ้มข้อมูล	:	TEXT FILE
หน้าที่	:	เก็บหัวข้อของบทเรียนบทที่ 1

ชื่อแฟ้มข้อมูล	:	PROOF1.HND
โครงสร้างแฟ้มข้อมูล	:	TEXT FILE
หน้าที่	:	เก็บหัวข้อของบทเรียนบทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 แฟ้มข้อมูลที่เกี่ยวกับการทดสอบ

ชื่อแฟ้มข้อมูล : TEST1.IDX,TEST2.IDX,TEST3.IDX, TEST4.IDX, TEST5.IDX

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : INDEX SEQUENCETIAL

หน้าที่ : เก็บข้อมูลที่ชี้ไปยังแหล่งที่อยู่ของข้อสอบคำตอบของข้อสอบ คำอธิบายของข้อสอบ ในบทที่ 1,2,3,4 และ 5

จำนวนเรคคอร์ด : 50 เรคคอร์ด

ชื่อตัวแปร	รูปแบบ	ความยาว	รายละเอียด
RECNUM	INTEGER	2	เรคคอร์ดที่ข้อสอบเก็บอยู่
ANSTYPE	CHAR	1	ชนิดคำตอบของข้อสอบ
QINX	INTEGER	2	เรคคอร์ดเริ่มต้นของคำถาม
QLINE	INTEGER	2	จำนวนเรคคอร์ดของคำถาม
AINX	INTEGER	2	เรคคอร์ดเริ่มต้นของคำตอบ
ALINE	INTEGER	2	จำนวนเรคคอร์ดของคำตอบ
EINX	INTEGER	2	เรคคอร์ดเริ่มต้นของคำอธิบาย
ELINE	INTEGER	2	จำนวนเรคคอร์ดของคำอธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแฟ้มข้อมูล : TEST1.QST,TEST2.QST,TEST3.QST,TEST4.QST,
TEST5.QST

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : TEXT FILE

หน้าที่ : เก็บคำถามของบทเรียนบทที่ 1,2,3,4 และ 5

ชื่อแฟ้มข้อมูล : TEST1.ANW,TEST2.ANW,TEST3.ANW,TEST4.ANW,
TEST5.ANW

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : TEXT FILE

หน้าที่ : เก็บคำตอบของบทเรียนบทที่ 1,2,3,4 และ 5

ชื่อแฟ้มข้อมูล : TEST1.EXP,TEST2.EXP,TEST3.EXP,TEST4.EXP,
TEST5.EXP

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : TEXT FILE

หน้าที่ : เก็บคำอธิบายของบทเรียนบทที่ 1,2,3,4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 แฟ้มข้อมูลเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลและใช้ข้อมูลเก่า

ชื่อแฟ้มข้อมูล : SAVEDATA.DT1
โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : TEXT FILE
หน้าที่ : เก็บชื่อที่ USER ตั้งไว้เพื่อการจดจำ

ชื่อแฟ้มข้อมูล : SAVEDATA.DT2
โครงสร้างแฟ้มข้อมูล : TEXT FILE
หน้าที่ : เก็บสถานะสุดท้ายของ USER ในโปรแกรม ก่อนออกจากโปรแกรม เพื่อ USER สามารถกลับมาดำเนินการต่อได้ในครั้งต่อไป

ชื่อตัวแปร	รูปแบบ	ความยาว	รายละเอียด
USERCODE	STRING	3	รหัสผ่านของ User แต่ละคน
SAVESTATUS	INTEGER	2	สถานะสุดท้ายของ Menu หลักก่อนออกจากโปรแกรม
SAVECODE	CHARACTER	1	รหัสแจ้งการเก็บข้อมูลปลีกย่อยอื่น ๆ มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'S' : การเรียน

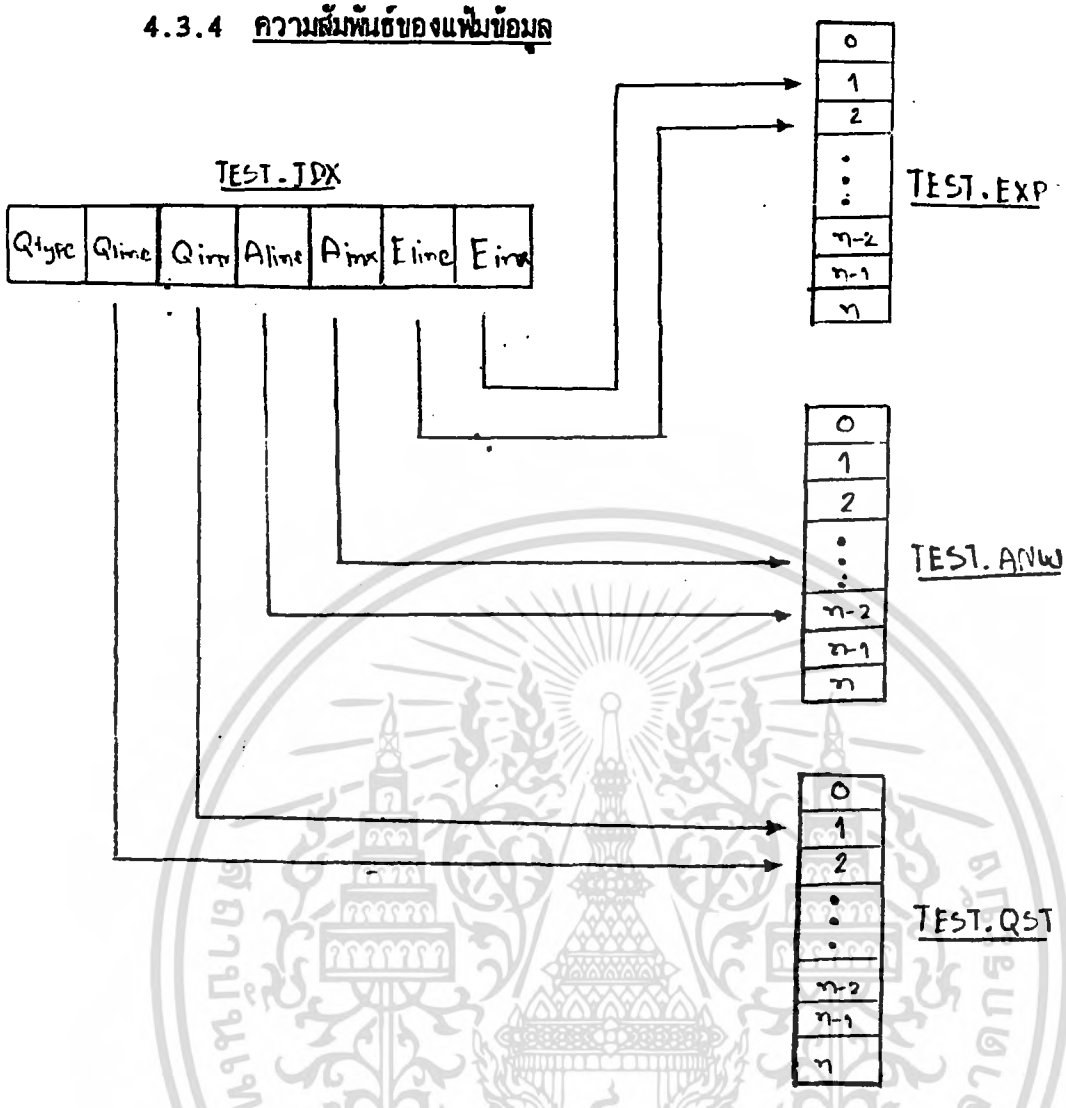
ชื่อตัวแปร	รูปแบบ	ความยาว	รายละเอียด
CHAPSAVE	INTEGER	2	เลขประจำบท
STUDYSAVE	INTEGER	2	รหัสบอกประเภทของการเรียน มีรายละเอียดดังนี้ 0 : บทพิสูจน์ อื่น ๆ : บทเรียนปกติ
ASSISAVE	INTEGER	2	เลขประจำบทเรียน

'P' : การทดสอบก่อนการเรียน, 'F' : การสอบทุกบทเรียน และ
'T' : การสอบเพื่อข้ามบทเรียนหรือการสอบเฉพาะบท

ชื่อตัวแปร	รูปแบบ	ความยาว	รายละเอียด
ChapterNum	INTEGER	1	จำนวนบทที่จะทำการสอบ
NumQuest	INTEGER	2	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
RecNum	ARRAY	2	เรคคอร์ดที่เก็บข้อสอบ
UsQst	ARRAY	15	คำตอบของผู้เรียน

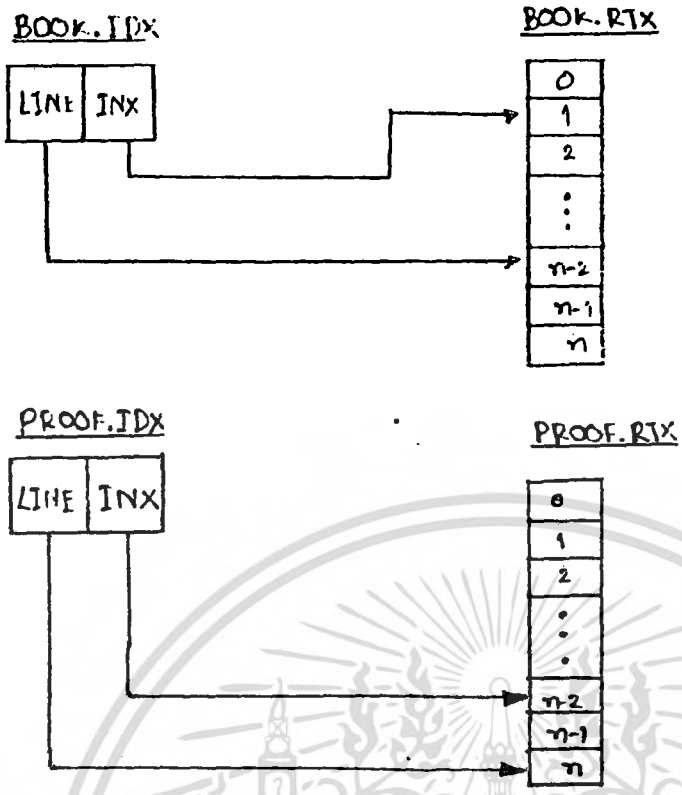
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ความสัมพันธ์ของแฟ้มข้อมูล



รูปที่ 4-11 แสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

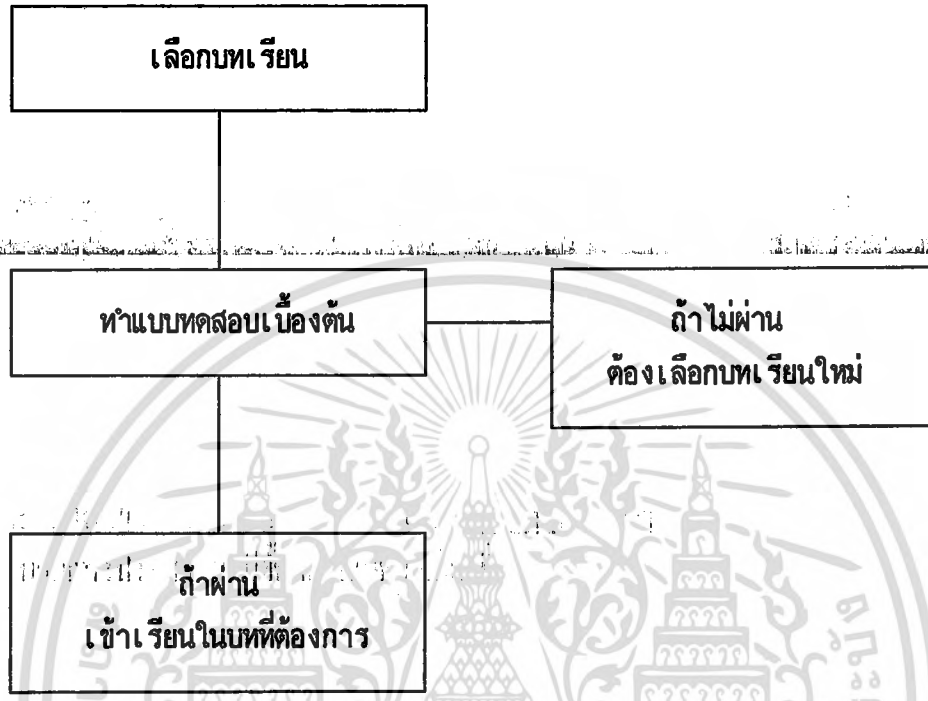


รูปที่ 4-12 แสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลที่ใช้ในการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 <u>การออกแบบกระบวนการประมวลผล (Process Design)</u>

กระบวนการประมวลผลมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้



<u>แผนภาพที่ 4-1 แสดงการเรียนของนักศึกษาใหม่</u>

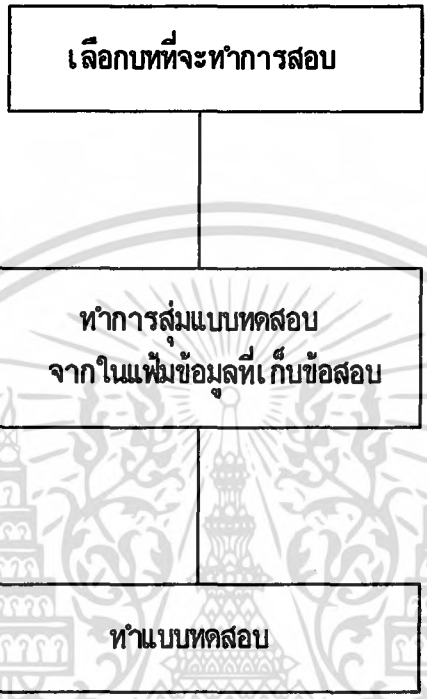
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพที่ 4-2 แสดงการทำงานของนักศึกษาเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพที่ 4-3 แสดงการทบทวนบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภาพที่ 4-4 แสดงการเลือกทำแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

นักศึกษา ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการศึกษานั้น ถ้าหากผู้เรียนเก็บข้อมูลของตนเองไว้เมื่อกลับมาใช้งานในระบบนี้อีกครั้งหนึ่ง โดยระบบจะเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียนลงในแฟ้มข้อมูลซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. รหัสของผู้เรียน เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขความยาว 3 อักขระ
2. ชื่อของผู้เรียน เป็นข้อมูลชนิดตัวอักษรมีความยาว 10 ตัวอักษร
3. การทำงานครั้งสุดท้ายของผู้เรียน เช่น ในกรณีที่ผู้เรียนกำลังทำข้อสอบอยู่ แล้วต้องการออกจากระบบหากว่าผู้เรียนเลือกเก็บข้อมูลก่อนออกจากโปรแกรม ระบบคอมพิวเตอร์ จะทำการเก็บข้อสอบและคำตอบของผู้เรียน และถ้าหากผู้เรียนผู้นี้ กลับมาใช้งานอีกครั้งหนึ่งโดยเลือกการทำงานที่ "นักศึกษาเก่า" โดยใส่ชื่อและรหัสของตนเองอย่างถูกต้อง คอมพิวเตอร์จะแสดงข้อสอบที่ผู้เรียนได้เก็บเอาไว้มาแสดงอีกครั้งหนึ่ง

<u>การเรียน</u> การเรียนนั้นจะเป็นการแสดงรายละเอียดต่าง ๆ จนกว่าจะสิ้นสุดเนื้อหาที่มีอยู่ในบทนั้น ทั้งนี้ ผู้เรียนจะใช้เวลามากเท่าไรก็ได้ขึ้นอยู่กับความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน

<u>การสอบ</u> การทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. <u>การเลือกทดสอบบางบท</u>

การเลือกทดสอบบางบท มีจุดประสงค์สำหรับผู้ที่ต้องการสอบเฉพาะบทใดบทหนึ่งเท่านั้น โดยไม่ต้องการที่จะเข้าไปเรียนบทนั้นก่อน การเลือกทดสอบแบบนี้ต้องผ่านทางเมนูหลักเท่านั้น

2. <u>การเลือกทดสอบทุกบท</u>

การเลือกทดสอบทุกบทนั้น มีจุดประสงค์เพื่อที่จะให้ผู้ที่ต้องการทดสอบความรู้ความสามารถของตนเองโดยไม่จำเป็นต้องเข้าไปทำการเรียนก่อน การเลือกทดสอบแบบนี้ต้องผ่านทางเมนูหลักเท่านั้น

3. <u>การทดสอบเบื้องต้นหรือการทดสอบก่อนการเข้าเรียน</u>

เป็นการวัดพื้นฐานของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถดีพอที่จะเข้าไปเรียนในบทเรียนที่ต้องการได้หรือไม่ เนื้อหาของบทเรียนนั้นจะแบ่งออกเป็นบท ๆ ซึ่งการเข้าศึกษาในบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียนนั้น ๆ จะผ่านทางเมนูหลัก แต่ถ้าหากผู้เรียนต้องการที่จะเข้าศึกษาในบทที่ 2 ถึง 5 เลย โดยไม่ผ่านการศึกษาทีละบทก่อน ผู้เรียนจะต้องทำคะแนนได้ไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซนต์ ของการสอบทดสอบเบื้องต้น แบบทดสอบเบื้องต้นจะมีข้อสอบจากบทที่น้อยกว่าบทที่ผู้เรียนต้องการเข้าไปศึกษา การทดสอบแบบนี้ต้องผ่านทางเมนูหลักเท่านั้น

4. <u>การทดสอบหลังจากศึกษาเนื้อหาเรียบร้อยแล้ว</u>

การทดสอบแบบนี้ เป็นการวัดผลการศึกษาหลังจากได้รับการศึกษาเนื้อหาเรียบร้อยแล้ว มีผลการศึกษาเป็นอย่างไรบ้าง เมื่อผู้เรียนได้เข้ารับการศึกษาในบทเรียนใด ๆ จากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษานี้แล้ว ต้องการที่จะทดสอบความรู้ ของตนเอง ในบทเรียนนั้น ๆ กดปุ่ม Ctrl T คอมพิวเตอร์จะทำการตรวจแบบทดสอบของผู้เรียน ถ้าหากผู้เรียนสอบผ่านจะสามารถเข้าเรียนในบทเรียนต่อไปได้ ถ้าสอบไม่ผ่านต้องศึกษาบทเรียนดังกล่าวซ้ำอีกครั้ง

อนึ่ง การเลือกข้อสอบของคอมพิวเตอร์นั้นจะทำการเลือกแบบสุ่ม เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนได้แบบทดสอบฉบับเก่า ที่อาจจะเคยทำมาก่อน ซึ่งเป็นการง่ายต่อการทำข้อสอบ และทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ซ้ำซาก

สำหรับการตรวจข้อสอบนั้นถ้าหากเป็นข้อสอบประเภทเติมคำตอบ ข้อมูลที่ได้รับมาในการเติมคำตอบของผู้เรียนจะต้องผิดพลาดจากคำตอบที่ถูกต้องได้ไม่เกิน 0.10 กล่าวคือ ถ้าคำตอบที่ถูกต้องเป็น 2.00 ถ้าหากคำตอบของผู้เรียนอยู่ในระหว่าง 1.9 ถึง 2.1 จะถือว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

สำหรับการป้อนข้อมูลต่าง ๆ จะได้แสดงอย่างละเอียดในคู่มือของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลงานการวิจัยนี้ เป็นการนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เพื่อช่วยในการศึกษาในเรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งเป็นบทเรียนที่ค่อนข้างยาก การใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยนี้จะเป็นการเพิ่มความรวดเร็ว ประสิทธิภาพ และความถูกต้องในการเรียนการสอน หลักการของการสร้างระบบนี้จะต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขในการเรียน และมีความตื่นตัวที่จะเรียน ทั้งนี้จะเน้นในการออกแบบจอภาพให้ผู้ใช้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งานซึ่งการออกแบบจอภาพนั้นเป็นขั้นตอนแรกที่จะต้องออกแบบ

ขั้นตอนต่อจากนั้น คือการออกแบบแฟ้มข้อมูล และออกแบบโครงสร้างของระบบคอมพิวเตอร์ โดยต้องคำนึงถึงความรวดเร็วในการแสดงผล และมีความคล่องตัวสูงในการใช้ สำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล จะเป็นการจัดการแบบ INDEX SEQUENCETIAL ทั้งนี้ รายละเอียดของแฟ้มข้อมูลทั้งหมดและโครงสร้างของระบบคอมพิวเตอร์นี้ จะแสดงอย่างละเอียดในบทที่ 4

อนึ่ง สำหรับการสร้างระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ การแสดงอักษรภาษาไทยใน GRAPHIC MODE แสดงอย่างละเอียดจะแสดงไว้ใน ภาคผนวก ก. และโปรแกรมการจัดการระบบคอมพิวเตอร์ จะแสดงไว้ในภาคผนวก ข.

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนนี้นั้น จะเปลี่ยนเนื้อหาของวิชาที่จะเรียนจาก เรื่องหนึ่งไปอีกเรื่องหนึ่งนั้นจะต้องผ่านโปรแกรม CONVERT.PAS โดยจะเปลี่ยนเนื้อหาที่เป็น TEXT FILE ที่เราป้อนข้อมูลเข้าให้เป็น RECORD FILE เพื่อที่นำไปใช้ในการค้นหาข้อมูลในโปรแกรมหลัก ซึ่งเป็นการยุ่งยาก และไม่สะดวกในการใช้งานของผู้ใช้ สำหรับผู้ที่จะพัฒนาระบบนี้ต่อไปอาจจะแก้ไขข้อบกพร่องอันนี้ ให้สามารถเปลี่ยนแปลงเนื้อหาได้สะดวกกว่านี้

2. ในการศึกษาบทเรียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนจะไม่สามารถพิมพ์เนื้อหาบทเรียนออกทางเครื่องพิมพ์ได้ จะต้องใช้คู่มือที่ผู้วิจัยจัดทำให้เท่านั้น จึงทำให้ผู้เรียนไม่สะดวกสบายในการใช้โปรแกรม

3. การตอบคำถามของระบบคอมพิวเตอร์นี้แบ่งเป็น การตอบคำถามแบบเลือกตอบและการตอบคำถามแบบเติมคำตอบ ไม่สามารถที่จะตอบคำตอบแบบวิธีทำได้ ซึ่งการตอบคำตอบแบบนี้ จะสามารถวัดความสามารถของผู้เรียนได้มากกว่าการตอบคำถามในวิธีอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉะนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้ทำการวิจัยต่อไปจะสามารถแก้ไขข้อบกพร่องและพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการศึกษานี้ ให้มีประสิทธิภาพดีมากยิ่งขึ้นกว่าในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

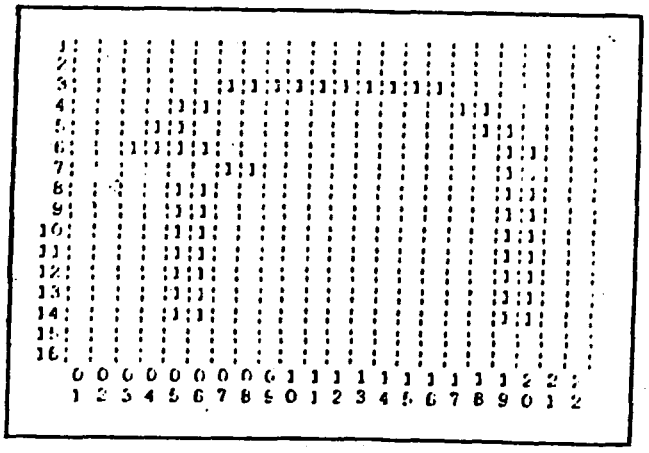
การแสดงอักขระภาษาไทยใน GRAPHIC MODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

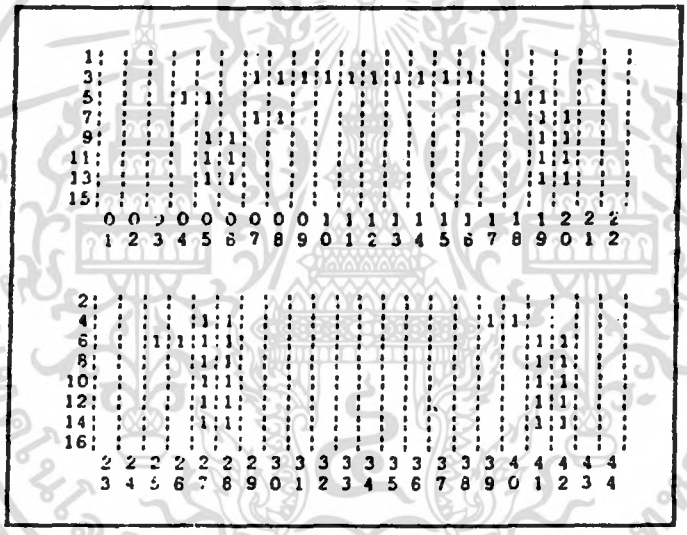
การสร้างอักขระภาษาไทยใน GRAPHIC MODE ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการศึกษานี้ จะอาศัยรูปร่างของอักขระที่มีอยู่เดิมแล้วของโปรแกรมภาษาไทย ราชวิถี โดยการอ่านแฟ้มข้อมูล FONT1.NLQ และ FONT2.NLQ มาสร้างอักษรกราฟิกขึ้นมาใช้เอง ทั้งนี้ในแฟ้มข้อมูล FONT1.NLQ ใช้สำหรับตัวอักษรปกติ แต่แฟ้มข้อมูล FONT2.NLQ สำหรับตัวเอียง และอาศัยไฟล์ FONTGEN.EXE เมื่อต้องการแก้ไขปรับปรุงรูปร่างของตัวอักขระ

เมื่อเราใช้ FONTGEN.EXE ตรวจดูอักษรที่มีอยู่เดิมนั้นจะพบว่า สร้างด้วยรูป 16 x 22 จุดทุกอักขระถ้าเราพิจารณาอักษร ก จะได้ดังรูปที่ 1 ซึ่งจะทิ้งขอบไว้ที่ด้านหน้าและด้านหลังไว้ด้านละ 2 คอลัมน์เพื่อเป็นช่องว่างในเวลาที่พิมพ์ลงกระดาษและจะอาศัยมาเป็นช่องว่างการแสดงอักขระกราฟิกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก-1 แสดงตัวอย่างอักขระ ก ที่
สร้างด้วยไฟล์ FONTGEN.EXE ของ
ราชวิธี WORD PC



รูป ก-2 แสดงการเก็บอักขระ ก จากรูป ก-1
ลงไฟล์ FONT1.NLQ รูปบนคือ ไบต์ที่ 1-22
และรูปล่างคือไบต์ที่ 23-44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าจะใช้ในการเก็บทั้งสิ้น 22 ไบต์ โดยเก็บไบต์ละ 16 บิต อักขระภาษาไทยจะตั้งส่วนล่างสุดไว้บิตที่ 14 ส่วนภาษาอังกฤษนั้นจะตั้งส่วนล่างสุดไว้บิตที่ 12 เพราะใช้บิตที่ 13-16 เขียนส่วนล่างของอักษร g p q ฯลฯ ดังนั้นเมื่อนำมาแสดงกราฟิกจะต้องกำหนดค่าตัวแปร เพื่อให้ระดับล่างของภาษาไทยและภาษาอังกฤษตรงกันด้วย

แต่การเก็บค่าจากรูปที่ 1 เข้าไปไว้ในไฟล์ FONT1.NLQ หรือ FONT2.NLQ นั้น อาศัยการเก็บเพื่อจะส่งรหัสไปควบคุมหัวเข็มของเครื่องพิมพ์ชนิด 9 เข็ม (ปกติทำงานเพียง 8 เข็ม แต่การพิมพ์แบบ NLQ จะใช้ครบทั้ง 9 เข็มคือใช้เข็มที่ 2-9 ครั้งหนึ่ง และเข็มที่ 1-8 อีกครั้งหนึ่งโดยส่งรหัสครั้งละ 8 บิต ซึ่งเป็นผลให้ต้องพิมพ์สองครั้งต่อหนึ่งแถว) โดยเก็บ 44 ไบต์ต่อหนึ่งตัวอักขระเมื่อตรวจดูความยาวของไฟล์สองไฟล์นี้จะพบว่ามีความยาว 9856 ไบต์ เมื่อลองหารด้วย 44 จะได้ 224 ซึ่งบอกให้ทราบว่ามีเพียง 224 อักขระเท่านั้นที่ถูกเก็บไว้ในไฟล์ (เก็บในไฟล์เป็นข้อมูลลำดับที่ 0-223)

เนื่องจากต้องส่งรหัสให้เครื่องพิมพ์สองชุดต่อหนึ่งอักขระ โปรแกรมภาษาไทย ราชวิถี จึงเก็บรหัสไว้ดังนี้

ไบต์ที่ 1-22 เก็บรหัสเฉพาะบิตที่เป็นเลขคี่คือ 1,3,5,7,9,11,13,15 ของแต่ละคอลัมน์

ไบต์ที่ 23-44 เก็บรหัสเฉพาะบิตที่เป็นเลขคู่ คือ 2,4,6,8,10,12,14,16 ของแต่ละคอลัมน์

ดังนั้นอักขระ ก จากรูปที่ 1 เมื่อเก็บไฟล์จึงเป็นดังรป ก-2

เนื่องจากไม่มีการกำหนดรหัสของอักขระที่มีค่า แอสกี้ต่ำกว่า 32 ดังนั้นจึงเริ่มเก็บอักขระแรกไว้ที่ข้อมูลลำดับที่ 0 หรือเก็บอักขระไว้ที่ข้อมูลลำดับที่แอสกี้ของอักขระนั้น ลบด้วย 32 นั่นคือ

ข้อมูลลำดับที่ 1 คืออักขระที่มีแอสกี้เป็น 1+32 = 33 คืออักขระ "

ข้อมูลลำดับที่ 33 คืออักขระที่มีแอสกี้เป็น 33+32 = 65 คืออักขระ A

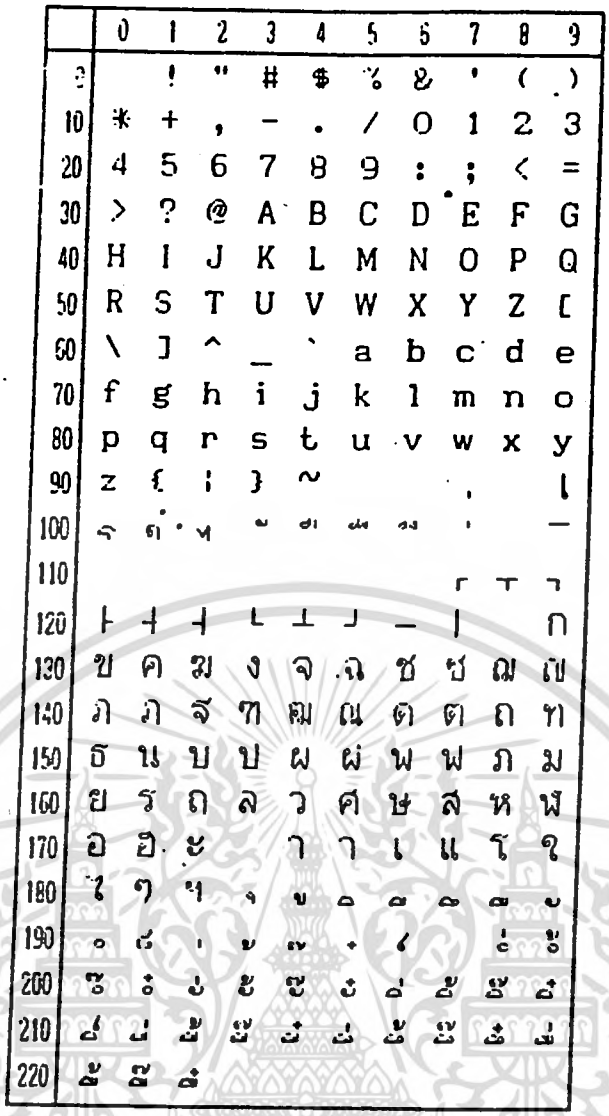
ข้อมูลลำดับที่ 129 คืออักขระที่มีแอสกี้เป็น 129+32 = 161 คืออักขระ ก

ข้อมูลลำดับที่ 170 คืออักขระที่มีแอสกี้เป็น 170+32 = 202 คืออักขระ อ

ข้อมูลลำดับที่ 222 คืออักขระที่มีแอสกี้เป็น 223+32 = 254 คืออีกขระ ๊

ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		!	"	#	$	%	&	'	(	)
10	*	+	,	-	.	/	0	1	2	3
20	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=
30	>	?	@	A	B	C	D	E	F	G
40	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
50	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[
60	\	]	^	_	`	a	b	c	d	e
70	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
80	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
90	z	{	¦	}	~					⌊
100	๑	๓	๗	๛	๑	๓	๗	๛		—
110								┌	┬	┐
120	├	┼	┤	└	┴	┘	─	│		ก
130	ข	ค	ฆ	ง	จ	ฉ	ช	ซ	ฌ	ญ
140	ฎ	ฏ	ฐ	ฑ	ฒ	ณ	ด	ต	ถ	ท
150	ธ	น	บ	ป	ผ	ฝ	พ	ฟ	ภ	ม
160	ย	ร	ฤ	ล	ว	ศ	ษ	ส	ห	ฬ
170	อ	ฮ	ะ		า	า	เ	แ	โ	ใ
180	ไ	ๆ	ฯ	่	้	๊	๋	๏	๚	๛
190	๐	๘	๑	๒	๓	๔	๗		๘	๙
200	๖	๐	๑	๒	๓	๔	๘	๕	๕	๘
210	๘	๑	๒	๓	๔	๑	๒	๓	๔	๑
220	๒	๓	๔							

รูป ก-3 แสดงลำดับของอักขระที่เก็บในไฟล์

FONT1.NLQ, FONT2.NLQ

รูปที่ ก–3 จะเป็นการแสดงข้อมูลที่ถูกเก็บลงในไฟล์จริง ๆ ขอให้สังเกตข้อมูลที่ 139-142 ที่อักขระยังไม่มีเชิงปรากฏในข้อมูลรวมทั้งข้อมูลที่ 162 ด้วย(ญ ฎ ฏ ฐ ฤ) ซึ่งถ้าพิมพ์หรือนำไปแสดงอักขระกราฟิกต้องเรียกเชิงมาแสดงร่วมด้วยเสมอ (อยู่ข้อมูลที่ 103-107)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน ไ ใ ไ นั้นแม้จะดูข้อมูลที่ 178-181 มีอยู่ แต่เมื่อพิมพ์จริง ๆ ไม่ได้ใช้ส่วนนี้แต่จะไปใช้ข้อมูลที่ 99-102 แทน คือ ข้อมูลที่ 99-100 เป็น ไ หรือ ข้อมูลที่ 99,101 เป็น ใ

สังเกตสระผสมคือ ◌ั ◌ี ◌ึ ◌ื เหล่านี้จะถูกเก็บไว้ตั้งแต่ข้อมูลที่ 198 เป็นต้นไป ข้อมูลบางข้อมูลว่างอยู่เช่นข้อมูลที่ 110-116 และข้อมูลที่ 117-128 ก็ถือว่าว่างได้เพราะการตีตารางในกราฟิกนั้น ใช้คำสั่งอื่นได้ง่ายกว่าอยู่แล้ว ดังนั้นเราอาจใช้ FONTGEN.EXE มาแก้ไขส่วนนี้ได้ เช่น อาจใส่เลขไทย,สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ก็ได้

อย่าลืมว่าลำดับที่ของข้อมูลถ้าเปลี่ยนเป็นแอสกี้จะต้องบวกด้วย 32 เสมอ เวลาที่เราจะนำข้อมูลมาแสดงเป็นอักขระกราฟิกก็ต้องมาเขียนโปรแกรมตรวจสอบส่วนนี้ด้วยเช่นกัน ขณะเดียวกันผู้อ่านคงมองเห็นแนวการนำลงพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Main Menu

เป็นหน้าต่างแรกที่ผู้ใช้พบ ประกอบด้วยทางเลือกทั้งหมด 4 ทางเลือก ดังนี้

1. "นักศึกษาใหม่" หมายถึง ผู้ใช้ที่ยังไม่เคยเข้ามาใช้โปรแกรม CAI นี้ และต้องการศึกษาเนื้อหาบทเรียน โดยเรียงตามลำดับบทเรียน และต้องการทำการทดสอบบทเรียนที่ศึกษาอยู่ก่อนที่จะข้ามไปศึกษาบทเรียนบทต่อไป

2. "นักศึกษาเก่า" หมายถึง ผู้ใช้ที่เคยใช้โปรแกรม CAI นี้แล้ว และเก็บข้อมูลสถานะสุดท้ายก่อนออกจากโปรแกรม (Save Data) เมื่อผู้ใช้ต้องการกลับมาใช้โปรแกรมนี้ต่อจากการใช้ครั้งก่อน

3. "ทบทวนเฉพาะเรื่อง" หมายถึง ผู้ใช้ต้องการเลือกศึกษาเนื้อหาบทเรียนเพียงบางเรื่องเท่านั้น

4. "ทำแบบทดสอบ" หมายถึง ผู้ใช้ต้องการทดสอบความรู้ที่ได้ศึกษามา โดยการทำแบบทดสอบ

เมื่อผู้ใช้ตัดสินใจเลือกทางเลือกในหน้าต่างนี้แล้ว ให้ผู้ใช้กด ปุ่มลูกศรขึ้นลง ไปยังทางเลือกที่ผู้ใช้เลือก และกด ปุ่ม Enter (Return) เพื่อตอบตกลง หรือถ้าหากผู้ใช้ต้องการออกจากโปรแกรม ก็สามารถกระทำได้โดยการกด ปุ่ม F10

สำหรับ ปุ่ม Esc ในหน้าต่างนี้ จะไม่แสดงผลใด ๆ ทั้งสิ้น เมื่อผู้ใช้กดปุ่มนี้

1. **นักศึกษาใหม่**

เมื่อผู้ใช้เลือกทางเลือกแรกใน Main Menu ก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงชื่อบทเรียนขึ้นบนจอ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกบทเรียนเริ่มต้นที่จะทำการศึกษา

ถ้าหากผู้ใช้เลือกบทเรียนแรก จะปรากฏหน้าต่างแสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียนแรกขึ้น และจะเข้าสู่หน้าต่างแสดงรายละเอียดของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ ซึ่งแสดงเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ที่ผู้ใช้ตกลงเลือกในหน้าต่างแสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียน

ถ้าหากผู้ใช้เลือกบทเรียนที่ไม่ใช่บทเรียนแรก จะปรากฏหน้าต่างแสดงข้อความเงื่อนไขในการเข้าไปศึกษาบทเรียนนั้น ผู้ใช้สามารถยกเลิกหน้าต่างข้อความเงื่อนไขนี้แล้วกลับไปเลือกบทเรียนใหม่ได้ โดยการกด ปุ่ม Esc แต่ถ้าผู้ใช้กด ปุ่ม Enter (Return) ก็จะเข้าสู่การทดสอบบทเรียนก่อนหน้าบทเรียนเริ่มต้นที่ผู้ใช้เลือก

หลังจากที่ผู้ใช้ทำการทดสอบเสร็จสิ้นลง ถ้าหากผู้ใช้ไม่สามารถผ่านการทดสอบโปรแกรมนี้ก็จะกลับไปยัง Main Menu แต่ถ้าผู้ใช้สามารถผ่านการทดสอบได้ ก็จะปรากฏหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียนขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้เลือกเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ที่ต้องการศึกษาในบทเรียนนั้น และจะเข้าสู่หน้าต่างแสดงรายละเอียดของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ หลังจากผู้ใช้เลือกเนื้อหาหรือบทพิสูจน์แล้ว

2. นักศึกษาเก่า

เมื่อผู้ใช้เลือกทางเลือกที่สองใน Main Menu ก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงชื่อต่างๆ ที่ผู้ใช้แต่ละคนตั้งไว้เมื่อครั้งที่ผู้ใช้ทำการเก็บข้อมูล (Save Data) ซึ่งมีทั้งหมด 10 ชื่อให้เลือกเรียงตามลำดับจาก 0 ถึง 9 ผู้ใช้สามารถเลือกชื่อดังกล่าวได้เพียงชื่อเดียวเท่านั้น โดยการกดปุ่มตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวใดตัวหนึ่งเพียงตัวเดียว หรือผู้ใช้จะยกเลิกหน้าต่างนี้ก็ได้ โดยการกดปุ่ม Esc และถ้าผู้ใช้ต้องการออกจากโปรแกรม ก็สามารถกระทำได้โดยการกด ปุ่ม F10 เมื่อผู้ใช้กดปุ่มตัวเลขแล้ว จะปรากฏหน้าต่างให้ผู้ใช้ป้อนรหัสส่วนตัวของผู้ใช้ ที่เคยตั้งไว้เมื่อครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล (Save Data) โดยผู้ใช้ต้องป้อนตัวอักษรทั้งหมด 3 ตัวอักษรจนครบ แล้วกดปุ่ม Enter (Return) เพื่อทำการตรวจรหัสที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป ในขณะที่ผู้ใช้ป้อนรหัส หากผู้ใช้พิมพ์ตัวอักษรผิด ก็สามารถแก้ไขได้โดยการกด ปุ่ม Back Space เพื่อลบตัวอักษรตัวก่อนหน้านี้ สำหรับ ปุ่ม Esc และ ปุ่ม F10 จะไม่แสดงผลใดๆ ในขณะที่ผู้ใช้ป้อนตัวอักษร จนกว่าผู้ใช้จะกด ปุ่ม Enter (Return) เมื่อป้อนรหัสเสร็จ สำหรับรหัสที่ผู้ใช้ป้อนไปนั้น ถ้าเป็นรหัสที่ถูกต้อง โปรแกรมก็จะทำการ Load Data สถานะสุดท้ายของผู้ใช้ในครั้งก่อน แล้วเข้าไปดำเนินงานต่อจากการทำงานในครั้งที่แล้ว แต่ถ้าหากรหัสที่ผู้ใช้ป้อนไม่ตรงกับรหัสที่ผู้ใช้ป้อนเมื่อครั้ง Save Data จะปรากฏหน้าต่างแสดงข้อความว่า "รหัสผิด" ขึ้นชั่วครู่พร้อมกับเสียงสัญญาณเตือน หลังจากนั้นก็จะให้ผู้ใช้เลือก ชื่อที่ผู้ใช้ตั้ง อีกครั้ง

3. ทบทวนเฉพาะเรื่อง

เมื่อผู้ใช้เลือกทางเลือกที่สามใน Main Menu ก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงชื่อบทเรียนขึ้นบนจอ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกบทเรียนที่ผู้ใช้ต้องการจะศึกษาทบทวน หลังจากที่ผู้ใช้ตกลงเลือกบทเรียนเรียบร้อยแล้ว ก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียน เพื่อให้ผู้ใช้เลือกเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ที่ต้องการทบทวน หลังจากนั้นก็จะเข้าไปยังหน้าต่างแสดงรายละเอียดของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ที่ผู้ใช้เลือก

4. ทำแบบทดสอบ

เมื่อผู้ใช้เลือกทางเลือกที่สี่ใน Main Menu ก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงชื่อบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นบนจอ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกบทเรียนที่ผู้ใช้ต้องการจะทดสอบ แต่หน้าต่างแสดงชื่อบทเรียนจะแตกต่างจากปกติ โดยมีตัวเลือกเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งตัวเลือก คือตัวเลือกสุดท้ายที่เป็นข้อความว่า "ทุกบท" มีความหมายว่า ผู้ใช้ต้องการทำแบบทดสอบที่มีเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาบทเรียนทั้งหมดทุกบท

หน้าต่างแสดงชื่อบทเรียน

หน้าต่างนี้จะแสดงชื่อบทเรียนทั้งหมดบนหน้าจอ โดยผู้ใช้สามารถเลือกบทเรียนได้โดยการกด **ปุ่มลูกศรขึ้นลง** และกด **ปุ่ม Enter (Return)** เมื่อตอบตกลง และเมื่อผู้ใช้ต้องการยกเลิกหน้าต่างนี้ ก็สามารถกระทำได้โดยการกด **ปุ่ม Esc** หน้าต่างนี้ก็จะหายไป นั่นคือกลับไปหน้าต่างก่อนหน้านี้ นอกจากนั้น ผู้ใช้ยังสามารถออกจากโปรแกรม CAI นี้ได้ทันที โดยการกด **ปุ่ม F10**

หน้าต่างแสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียน

การใช้งานหน้าต่างนี้ มีลักษณะคล้ายกับการใช้หน้าต่างแสดงชื่อบทเรียน เพียงแต่การแสดงบทเรียนถูกเปลี่ยนเป็นการแสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียนที่ผู้ใช้เลือก โดยตัวเลือกแรกของหน้าต่างนี้ จะเป็นบทพิสูจน์ของบทเรียน เมื่อกดเลือกก็จะปรากฏชื่อบทพิสูจน์ที่มีการแสดงการพิสูจน์ในบทเรียนนั้นขึ้นมาแทนที่เนื้อหาของบทเรียน หากผู้ใช้เปลี่ยนใจต้องการกลับไปเลือกเนื้อหาของบทเรียนนั้นแทนบทพิสูจน์ ก็สามารถทำได้โดยการกด **ปุ่ม Esc** รายชื่อบทพิสูจน์ต่างๆ ก็จะถูกแทนที่ด้วยรายชื่อเนื้อหาของบทเรียน

ในกรณีที่เนื้อหาหรือบทพิสูจน์มีจำนวนมากกว่าจำนวนบรรทัดในหน้าต่างนี้ ก็จะปรากฏข้อความ "N - หน้าถัดไป" บนมุมขวาของหน้าต่างขึ้น เมื่อผู้ใช้กด **ปุ่มตัวอักษร N** รายชื่อเนื้อหาหรือบทพิสูจน์บนหน้าต่าง ก็จะถูกแทนที่ด้วยรายชื่อของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ที่เหลือ และเมื่อกดปุ่มตัวอักษร N จนถึงรายชื่อของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์สุดท้าย หากผู้ใช้กดปุ่ม N อีก หน้าต่างนี้ก็จะแสดงรายชื่อของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์แรกใหม่

หมายเหตุ สำหรับ ปุ่ม F10 จะไม่มีผลใดๆต่อโปรแกรม CAI นี้ หากผู้ใช้กดปุ่ม F10 ในขณะที่หน้าต่างแสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียน ปรากฏบนหน้าต่างที่แสดงรายละเอียดของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์

หน้าต่างแสดงรายละเอียดของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์

มีลักษณะทั่วไปดังนี้คือ

มุมบนซ้าย แสดงเลขที่หน้าปัจจุบันของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ที่กำลังศึกษาอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมบนขวา

< > แสดงว่า มีเนื้อหาที่จะแสดงบนจอภาพเพียงหน้าเดียว

<PgUp > แสดงว่า หากผู้ใช้กด ปุ่ม Page Up รายละเอียดบนจอจะถูกแทนที่ด้วยรายละเอียดเนื้อหาของหน้าก่อนหน้านี้ นั่นคือ ขณะนี้ผู้ใช้อยู่ที่หน้าสุดท้ายของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์

< PgDn> แสดงว่า หากผู้ใช้กด ปุ่ม Page Dn รายละเอียดบนจอจะถูกแทนที่ด้วยรายละเอียดเนื้อหาของหน้าถัดไป นั่นคือ ขณะนี้ผู้ใช้อยู่ที่หน้าแรกของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์

<PgUp PgDn> แสดงว่า ผู้ใช้สามารถกด ปุ่ม Page Up หรือ ปุ่ม Page Dn เพื่อเลื่อนไปยังหน้าก่อนหน้านี้หรือหน้าถัดไปได้ ตามลำดับ

มุมล่างซ้าย มีข้อความ "F1 - Help" ปรากฏอยู่ เมื่อผู้ใช้กด ปุ่ม F1 จะปรากฏหน้าต่างแสดงหน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ ในหน้าต่างแสดงรายละเอียดของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์นี้ดังมีรายละเอียดดังนี้

กรณีที่ผู้ใช้เลือกศึกษาแบบนักศึกษาใหม่หรือนักศึกษาเก่า

Ctrl-S หมายถึง ถ้าผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ที่กำลังศึกษาอยู่ ให้ผู้ใช้กด Ctrl-S แล้วจะปรากฏหน้าต่างแสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียนขึ้น ผู้ใช้สามารถยกเลิกหน้าต่างนี้ได้ด้วยการกด ปุ่ม Esc

Ctrl-T หมายถึง เมื่อผู้ใช้ต้องการข้ามไปศึกษาในบทเรียนบทต่อไป จะต้องผ่านการทดสอบ โดยกด Ctrl-T นี้แล้วผู้ใช้จะเข้าไปทำแบบทดสอบ ถ้าผู้ใช้สามารถสอบผ่านได้ ผู้ใช้จึงจะได้ศึกษาในบทต่อไป

Ctrl-B หมายถึง ยกเลิกหน้าต่างแสดงรายละเอียดของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์นี้แล้วกลับไปยัง Main Menu โดยก่อนที่ผู้ใช้จะออกไปยัง Main Menu จะต้องผ่านหน้าต่างการเก็บข้อมูล (Save Data) ก่อน

F10 มีความหมายคล้ายกับ Ctrl-B เพียงแต่จุดหมายปลายทางต่างกัน คือ F10 จะออกจากโปรแกรมแทนที่จะกลับไปยัง Main Menu

Esc หมายถึง ยกเลิกหน้าต่างแสดงหน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ผู้ใช้เลือกศึกษาแบบทบทวนเฉพาะเรื่อง

คล้ายกับกรณีแรกแตกต่างกันเพียงปุ่มเดียวเท่านั้น คือ Ctrl-T ในที่นี้ปุ่มนี้หมายถึง เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนบทเรียนที่กำลังทบทวนอยู่ ให้กด Ctrl-T แล้วหน้าต่างปัจจุบันทุกหน้าต่าง จะถูกยกเลิกและออกไปยัง Main Menu กับ หน้าต่างแสดงชื่อบทเรียน

<u>หมายเหตุ</u> การกดปุ่มต่าง ๆ ในหน้าต่างนี้ สามารถกดได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องรอให้การแสดงตัวอักษรบนจอภาพเสร็จสิ้นลงก่อน ยกตัวอย่างเช่น ขณะที่บนจอแสดงรายละเอียดเนื้อหาถึงบรรทัดที่ 4 จากทั้งหมด 12 บรรทัด แล้วผู้ใช้กด Ctrl-S เพื่อเลือกเนื้อหาใหม่ การแสดงรายละเอียดเนื้อหาบนจอจะหยุดชั่วขณะ ที่บรรทัดที่ 4 และปรากฏหน้าต่างแสดงเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียนขึ้น หากผู้ใช้กดเลือกเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ หน้าต่างแสดงเนื้อหานี้จะหายไปและบนหน้าต่างแสดงรายละเอียดของเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ จะถูกแทนที่ด้วยเนื้อหาหรือบทพิสูจน์เรื่องใหม่ที่ผู้ใช้เลือก โดยเริ่มต้นแสดงที่บรรทัดที่ 1 ใหม่ แต่ถ้าผู้ใช้มิได้เลือกเนื้อหาหรือบทพิสูจน์ใดเลย คือผู้ใช้กด ปุ่ม Esc บนจอภาพก็จะแสดงรายละเอียดเนื้อหาต่อจากที่หยุดไว้ คือ แสดงรายละเอียดเนื้อหาบรรทัดที่ 5 ต่อไปเรื่อย ๆ จนเสร็จ

<u>หน้าต่างการเก็บข้อมูล</u> (Save Data)

ในขณะที่ผู้ใช้ทำการศึกษาหรือทดสอบ ในทางเลือกที่ 1 หรือทางเลือกที่ 4 หากผู้ใช้หยุดการทำงานออกจากส่วนที่อยู่ในปัจจุบัน ก่อนออกจากส่วนดังกล่าว จะปรากฏหน้าต่างที่มีข้อความถามผู้ใช้ว่าต้องการเก็บข้อมูลสถานะปัจจุบันหรือไม่ ผู้ใช้เพียงแต่กด **ปุ่มลูกศรขึ้นลง** เลือกข้อความที่ผู้ใช้ต้องการและกด ปุ่ม **Enter (Return)** เพื่อตอบตกลง หากผู้ใช้เลือก "ไม่ใช่" ผู้ใช้ก็จะออกจากส่วนนี้ทันที โดยมิได้เก็บข้อมูลสถานะปัจจุบัน หรือ ถ้าผู้ใช้เปลี่ยนใจไม่ออกจากส่วนนี้ คือ ต้องการยกเลิกหน้าต่างการเก็บข้อมูล (Save Data) ให้ผู้ใช้เลื่อนลูกศรไปยัง "ยกเลิก" และกดปุ่ม Enter (Return) แต่ถ้าผู้ใช้ต้องการเก็บข้อมูลสถานะสุดท้ายนี้ให้ผู้ใช้เลื่อนลูกศรไปยัง "ใช่" และกดเลือก จะปรากฏหน้าต่างแสดงรายชื่อที่ผู้ใช้ตั้งไว้ เรียงลำดับจาก 0 ถึง 9 ผู้ใช้จะต้องเลือกตั้งชื่อใหม่เพียงชื่อเดียว โดยการกด **ปุ่มตัวเลข 0 ถึง 9** ปุ่มใดปุ่มหนึ่ง เมื่อผู้ใช้กดปุ่มตัวเลขแล้ว จะปรากฏกรอบสี่เหลี่ยมกระพริบที่เรียกว่า เคอร์เซอร์ (Cursor) หลังตัวเลขของรายชื่อที่ผู้ใช้เลือก เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนตัวอักษรตามที่ผู้ใช้ต้องการ หลังจากผู้ใช้ป้อนตัวอักษรเสร็จให้กด ปุ่ม **Enter (Return)** หลังจากนั้นหน้าต่างป้อนรหัสจะปรากฏขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้ผู้ใช้ตั้งรหัสส่วนตัว (Password) เป็นตัวอักษรรวม 3 ตัวอักษร เมื่อผู้ใช้ตั้งชื่อและรหัสของผู้ใช้เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าต่างสุดท้ายถามผู้ใช้ว่าทุกอย่างถูกต้องหรือไม่ หากผู้ใช้เลื่อนลูกศรไปที่ "ใช่" และกดปุ่ม Enter (Return) โปรแกรมก็จะทำการเก็บข้อมูลสถานะสุดท้ายของผู้ใช้ แต่ถ้าผู้ใช้เลื่อนลูกศรไปที่ "ไม่ใช่" และกดปุ่ม Enter (Return) หน้าต่างทั้งหมดที่ซ้อนทับกันอยู่จะหายไป และการทำงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ
การเก็บข้อมูลสถานะสุดท้าย จะถูกยกเลิก

การแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน

การแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลนี้ สามารถทำได้ในโปรแกรม ราชวิถี WORD PC (RW) โดยมีความสามารถจำกัด ดังนี้

1. ตัวอักษรปกติ ไทย - อังกฤษ

2. ตัวยก (Superscript) อังกฤษ โดยการ Ctrl-PT หน้าตัวอักษรที่ต้องการจะยก และ Ctrl-PT อีกครั้งหลังตัวอักษรที่ต้องการจะยก

3. ตัวห้อย (Subscript) อังกฤษ โดยการ Ctrl-PV หน้าตัวอักษรที่ต้องการจะห้อย และ Ctrl-PV อีกครั้งหลังตัวอักษรที่ต้องการจะห้อย

4. ตัวอักษรสัญญลักษณ์พิเศษ โดยการ Ctrl-P2 หน้าตัวอักษรที่ต้องการให้เป็นตัวอักษรสัญญลักษณ์พิเศษ และ Ctrl-P1 อีกครั้งหลังตัวอักษรที่ต้องการให้เป็นตัวอักษรสัญญลักษณ์พิเศษ

การพิมพ์แฟ้มข้อมูลนี้ออกสู่เครื่องพิมพ์ ยังสามารถทำได้ในโปรแกรม ราชวิถี WORD PC เช่นกัน แต่ต้องใช้เครื่องพิมพ์ EPSON รุ่น FX , RX , LX เท่านั้น (ในที่นี้ใช้เครื่องพิมพ์ EPSON รุ่น LX-800) และต้องพิมพ์ใน Mode NLQ หากใช้เครื่องพิมพ์ที่แตกต่างออกจากนี้ไป ตัวอักษรสัญญลักษณ์พิเศษอาจจะแสดงออกมาทางเครื่องพิมพ์อย่างไม่ถูกต้อง

การทดสอบ

การทดสอบ การทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

1.แบบทดสอบเบื้องต้น เป็นการทดสอบก่อนเข้าเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของผู้ใช้นั้น ๆ ว่ามีความรู้เพียงพอที่จะเข้าไปเรียนในบทเรียนที่ต้องการได้หรือไม่ เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Crtl F ระบบจะทำการตรวจข้อสอบทั้งหมดที่มีอยู่ให้ ผู้ใช้จะทราบเพียงผลการตรวจและคะแนนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้เท่านั้น ทั้งนี้ผู้ใช้จะไม่ทราบคำเฉลยที่ถูกต้องเพราะจะทำให้ผู้ใช้จำคำตอบที่ถูกต้องได้แล้วนำกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่งได้ สำหรับข้อสอบข้อที่ผู้ใช้ไม่ได้ใส่คำตอบจะส่งผลให้ข้อสอบข้อนั้นผิดทันที

2.แบบฝึกหัดท้ายบท แบบฝึกหัดท้ายบทนี้เป็นการวัดความเข้าใจของผู้ใช้ว่ามีความรู้มากน้อยเพียงใด เพียงพอที่จะสอบผ่านในบทนั้น ๆ ได้หรือไม่ ข้อสอบประเภทนี้ เมื่อผู้ใช้ใส่คำตอบในแต่ละข้อเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการตรวจคำตอบข้อนั้นทันทีและจะมีคำอธิบายปรากฏขึ้นให้ผู้ใช้ได้พิจารณา ทั้งนี้ผู้ใช้จะเข้าไปทำแบบทดสอบข้อเดิมไม่ได้

3.แบบทดสอบปลายภาค เป็นแบบทดสอบปลายภาคที่วัดความเข้าใจทั้งหมดของผู้ใช้ ข้อสอบประเภทนี้จะมีการเฉลยเพียงครั้งเดียวคือเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Ctrl F ระบบจะทำการตรวจข้อสอบให้

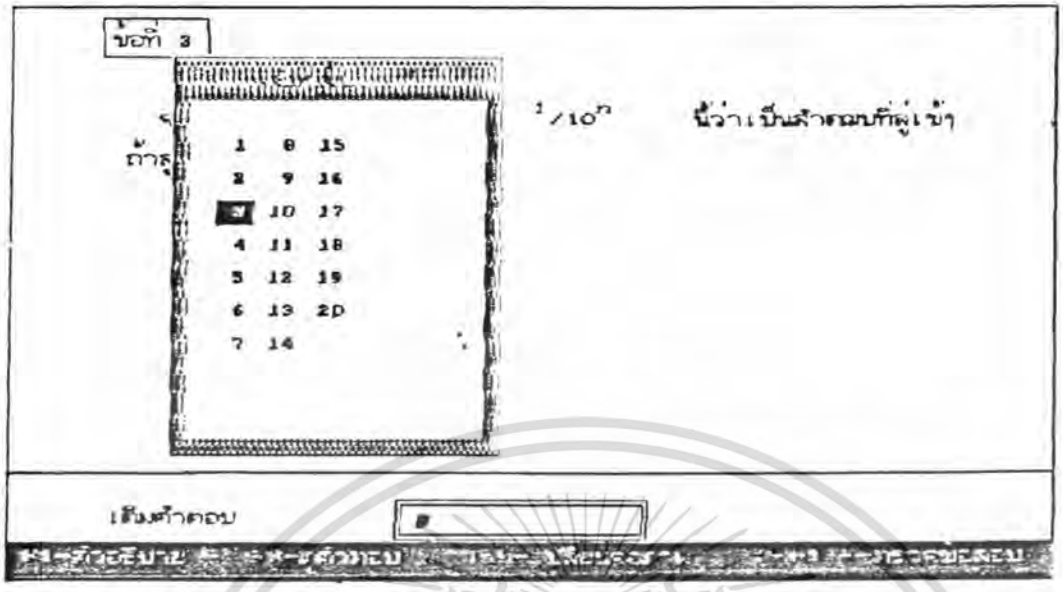
4.แบบทดสอบเลือกทดสอบ แบบทดสอบแบบนี้จะเป็นการที่ผู้ใช้เลือกทำแบบทดสอบโดยไม่ต้องเข้าเรียน ข้อสอบแบบนี้จะทำการตรวจเพียงครั้งเดียวคือ หลังจากผู้ใช้กด Ctrl F หรือ ผู้ใช้ใส่คำตอบครบทุกข้อแล้ว

การใช้งาน

การใช้งานแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. การเลือกข้อของแบบทดสอบ
2. ข้อสอบชนิดเติมคำตอบ
3. ข้อสอบชนิดเลือกคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



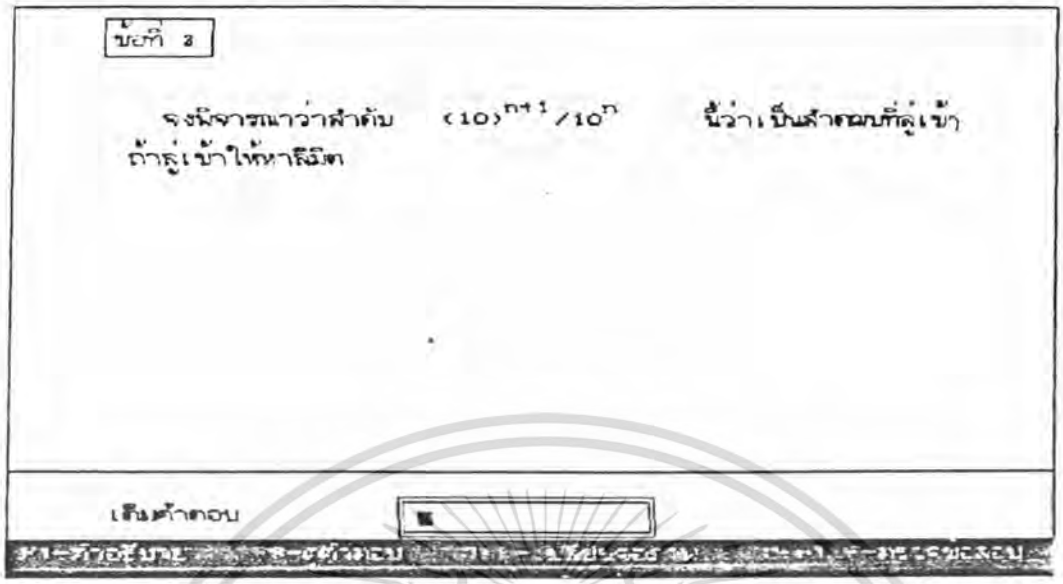
รูปที่ ข-1 แสดงการเลือกข้อที่จะทำการทดสอบ

การทำงานต่าง ๆ มีดังนี้

Tab	:	เปลี่ยนไปทำข้อสอบ
Home	:	ไปข้อสอบข้อแรก
End	:	ไปข้อสอบข้อสุดท้าย
Enter	:	เลือกข้อที่จะทดสอบ
	:	เลื่อนตัวเลือก
Ctrl-F	:	ส่งข้อสอบ

การเลือกนั้นจะเป็นการเลือกข้อที่จะทำการทดสอบในข้อไหนก็ได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงการเรียงลำดับของข้อสอบ แต่ทั้งนี้ข้อสอบในประเภทแบบฝึกหัดนั้น ผู้ใช้จะเลือกข้อสอบข้อที่ได้ใส่คำตอบไปแล้วไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

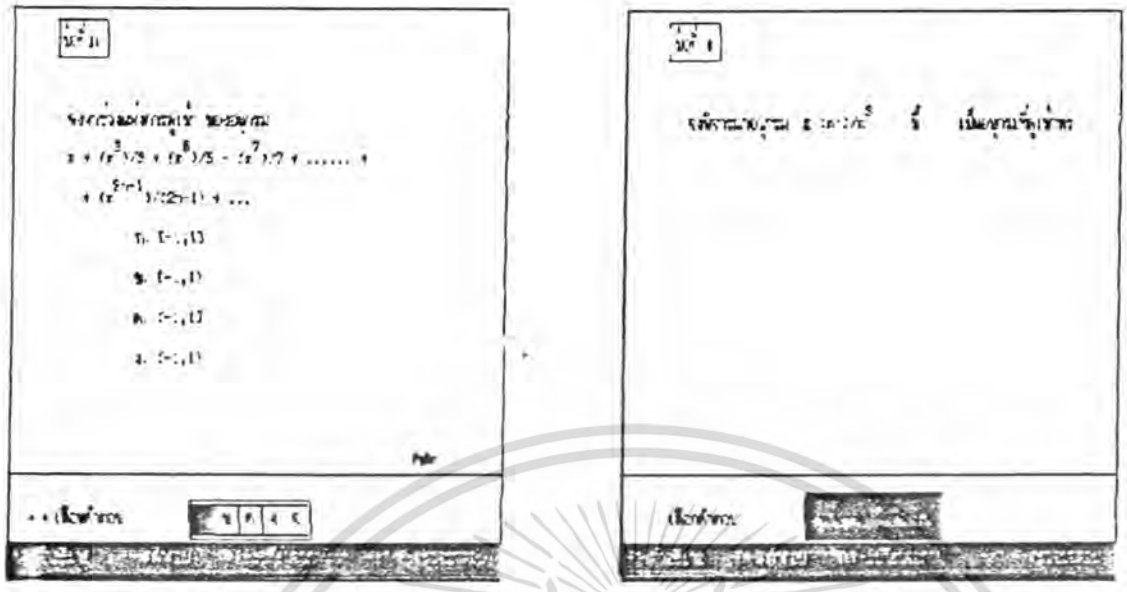


รูปที่ ข-2 แสดงข้อสอบสอบประเภทเติมคำตอบ

การทำงานต่าง ๆ มีดังนี้

Tab	:	เลือกข้อสอบข้อใหม่
PgDn	:	เลื่อนข้อสอบไป 1 หน้า
PgUp	:	เลื่อนข้อสอบย้อนไป 1 หน้า
Home	:	เลื่อนข้อสอบไปหน้าแรก
End	:	เลื่ออนข้อสอบไปหน้าสุดท้าย
Enter	:	คำตอบ
0..9	:	เติมตัวเลข
-	:	เครื่องหมายลบ
.	:	ทศนิยม
Ctrl F	:	ส่งข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-3 แสดงข้อสอบสอบประเภทเลือกคำตอบ ทั้งสองประเภท

การทำงานต่าง ๆ มีดังนี้

Tab	:	เลือกข้อสอบข้อใหม่
PgDn	:	เลื่อนข้อสอบไป 1 หน้า
PgUp	:	เลื่อนข้อสอบย้อนไป 1 หน้า
Home	:	เลื่อนข้อสอบไปหน้าแรก
End	:	เลื่ออนข้อสอบไปหน้าสุดท้าย
Enter	:	คำตอบ
	:	เลื่อนตัวเลือก
Ctrl F	:	ส่งข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนบทที่ 1

ลำดับ (Sequence)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยาม 1 ลำดับเป็นฟังก์ชันซึ่งมีโดเมนเป็นเซตของเลขจำนวนเต็มบวก ถ้าแทนฟังก์ชันด้วยสัญญลักษณ์ f ค่าของฟังก์ชันที่ n ใด ๆ คือ f(n) ดังนั้น ลำดับ f คือ เซต { (n, f(n) : n = 1 , 2 , 3 , ... } ซึ่งเป็นเซตของคู่ลำดับ (Order pair) (n, f(n)) เมื่อ n เป็นเลขจำนวนบวก

หมายเหตุ เนื่องจากโดเมนของทุก ๆ ลำดับเป็นเลขจำนวนเต็มบวก จึงเขียนแทนลำดับอย่างสั้น ๆ เป็น {f(n)} แทน {(n, f(n))} เช่น
ลำดับ {(n,1/n)} เขียนเป็น {1/n} และเขียน $\{a_n\}$ แทนลำดับซึ่งมีค่า f(n) = a_n ที่จุด x = n เรียก a_n ว่าเป็นเทอมทั่วไปของลำดับ

ถ้า ลำดับ $\{a_n\}$ ได้จากฟังก์ชันที่มีโดเมน เป็นเซตจำกัดของเลขจำนวนเต็มบวก เรียกลำดับนั้นว่า ลำดับจำกัด (Finite Sequence) ถ้า ลำดับ $\{a_n\}$ ได้จากฟังก์ชันที่มีโดเมน เป็นเซตอนันต์ของ เลขจำนวนเต็มบวก เรียกลำดับนั้นว่า ลำดับอนันต์ (Infinite Sequence)

ซึ่งบางครั้งอาจเขียนลำดับอนันต์ $\{a_n\}$ เป็น a_1 , a_2 , a_3 , ... ก็ได้

ตัวอย่างที่ 1

1) เซต { (n, 1/n) : n = 1 , 2 , 3 , ... , 100 } เป็นลำดับจำกัด มี a_n = 1/n เขียนลำดับนี้ใหม่ได้เป็น

$\{a_n\}$ = {1 / n} = { 1 , 1/2 , 1/3 , ... , 1/100 }

2) เซต { (n, 2n/(3n-1)) : n = 1 , 2 , 3 , ... } เป็นลำดับอนันต์ มี a_n = 2n/(3n -1) เขียนลำดับนี้ได้เป็น

$\{a_n\}$ = { 2n/(3n-1) } = { 1 , 4/5 , 6/8 , ... }

จากตัวอย่างที่ 1 จะเห็นว่าเมื่อรู้ค่า a_n ซึ่งเป็นเทอมทั่วไปของลำดับ ก็สามารถรู้เทอมต่าง ๆ ของลำดับนั้นได้ทันที โดยแทนค่า n ใน a_n นั้นถ้ารู้เทอมต่าง ๆ ของลำดับก็สามารถหาเทอมทั่วไปของลำดับนั้นได้โดยหาความสัมพันธ์ระหว่าง n กับ a_n ให้ได้ เช่น

1) 1 , 0 , 1 , 0 , 1 , ...

เทอมทั่วไป คือ $a_n = (1 + (-1)^{n+1}) / 2$

2) 1 , 1/4 , 1/9 , 1/16 , ...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอมทั่วไป คือ $a_n = 1 / (n^2)$

3) 1 , 4/5 , 6/8 , 8/11 , ...

เทอมทั่วไป คือ $a_n = (2n) / (3n - 1)$

4) 1/3 , 4/6 , 9/11 , 16/18 , ...

เทอมทั่วไป คือ $a_n = (n^2) / (n^2 + 2)$

การลู่เข้าและลู่ออกของลำดับ (Convergence and Divergence of Sequence)

นิยาม 2 ลำดับ $\{a_n\}$ กล่าวได้ว่ามีลิมิตเป็นจำนวนจริง L ถ้าสำหรับ $\varepsilon > 0$ ที่กำหนดให้ใด ๆ มีจำนวนเต็มบวก N ที่ทำให้

$a_n - L < \varepsilon$ สำหรับทุก ๆ ค่า $n > N$ ถ้า L เป็นลิมิตของลำดับ $\{a_n\}$ เราเขียนแทนด้วย

$$\lim a_n = L \quad \text{หรือ} \quad a_n \to L$$

เมื่อ

นิยาม 3 ลำดับ $\{a_n\}$ เรียกว่าเป็นลำดับลู่เข้า (Convergent Sequence) ก็ต่อเมื่อลำดับนี้มีลิมิตเป็นจำนวนจริง ถ้า $\lim a_n = L$ เราจะกล่าวว่า ลำดับ $\{a_n\}$ ลู่เข้าสู่ (converge) ค่า L และ ถ้าลำดับ $\{a_n\}$ ไม่มีลิมิต เราเรียกลำดับนั่นว่าลำดับไม่ลู่เข้า (Divergent Sequence)

ตัวอย่างที่ 2 เป็นตัวอย่างของลำดับที่ลู่เข้าและไม่ลู่เข้า

1) $\{1/n\} = 1 , 1/2 , 1/3 , \ldots$ เป็นลำดับลู่เข้าสู่ 0
2) $\{n - 1\} = 0 , 1 , 2 , \ldots$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า
3) $\{1 - n\} = 0 , -1 , -2 , \ldots$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า
4) $\{3\} = 3 , 3 , 3 , \ldots$ เป็นลำดับลู่เข้าสู่ 3

ทฤษฎี 1 ถ้า $\lim_{n\to\infty} a_n = A$ และ $\lim_{n\to\infty} b_n = B$ โดยที่ A , B เป็นจำนวนจริง แล้วเราจะได้ว่า

1) $\lim_{n\to\infty} (a_n + b_n) = \lim_{n\to\infty} a_n + \lim_{n\to\infty} b_n = A + B$
2) $\lim_{n\to\infty} (ka_n) = k \lim_{n\to\infty} a_n = kA$; k เป็นจำนวนจริง
3) $\lim_{n\to\infty} (a_n . b_n) = \lim_{n\to\infty} a_n . \lim_{n\to\infty} b_n = A . B$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) $\lim_{n\to\infty}(a_n/b_n) = (\lim_{n\to\infty} a_n)/(\lim_{n\to\infty} b_n) = A/B$; $B \neq 0$

บทแทรก ถ้าลำดับ $\{a_n\}$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า และ c เป็นจำนวนจริงใด ๆ โดยที่ $c \neq 0$ แล้ว ลำดับ $\{ca_n\}$ จะเป็นลำดับที่ไม่ลู่เข้า

<u>ทฤษฎี 2</u> (Sandwich Theorem) ถ้ามี N ที่ทำให้ $a_n \leq b_n \leq c_n$ ทุก ๆ ค่า $n \geq N$ และ $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} c_n = L$ แล้ว $\lim_{n\to\infty} b_n = L$ ด้วย

บทแทรก ถ้า $|b_n| < c_n$ และ $\lim_{n\to\infty} c_n = 0$ แล้ว $\lim_{n\to\infty} b_n = 0$ เพราะว่า $-c_n \leq b_n \leq c_n$ ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} -c_n = 0$ เช่นกัน

ตัวอย่างที่ 3 ลำดับ $\{(\cos n)/n\}$ เป็นลำดับลู่เข้า และมีลิมิตเป็น 0 เพราะว่า $0 \leq |(\cos n)/n| = \cos n /n \leq 1/n$ และ $\lim_{n\to\infty}(1/n) = 0$ จึงทำให้ $\lim_{n\to\infty} (\cos n)/n = 0$

ตัวอย่างที่ 4 จงพิจารณาว่าลำดับต่อไปนี้เป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่ พร้อมทั้งหาลิมิต

1) $\{ 5/n \}$

วิธีทำ

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty}(5/n) = 0$

ดังนั้น $\{5/n\}$ เป็นลำดับลู่เข้า และมีลิมิตเป็น 0

2) $\{ (5n^3 - 6) / (6n^3 - 4n) \}$

วิธีทำ

เนื่องจาก

$$\lim_{n\to\infty}\{(5n^3 - 6)/(6n^3 - 4n)\} = \lim_{n\to\infty}(5 - (6/n^3))/(6 - (4/n^2))$$
$$= 5/6$$

ดังนั้น $\{ (5n^3 - 6)/(6n - 4n^3) \}$ เป็นลำดับลู่เข้า และ มีลิมิตเป็น 5/6

3) $\{ (1 - n^2) / (n + 5) \}$

วิธีทำ

เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lim_{n\to\infty} (1 - n^2)/(n + 5) = \lim_{n\to\infty} \{((1/n) - n) / (1 + (5/n))\}$$
$$= -\infty$$

ดังนั้น $\{ (1 - n2)/(n - 5) \}$ เป็นลำดับที่ไม่ลู่เข้า

<u>ทฤษฎี 3</u> ถ้า $\{a_n\}$ เป็นลำดับลู่เข้า โดยที่ $\lim_{n\to\infty} a_n = L$ และ f เป็นฟังก์ชันที่ต่อเนื่อง ที่ L และ a_n อยู่ในโดเมนของ f ทุก ๆ ค่า n แล้ว $\lim_{n\to\infty} f(a_n) = f(L)$

ลิมิตของลำดับที่น่าสนใจ

คุณสมบัติของลิมิตที่น่าสนใจ

L1) $\lim_{n\to\infty} c / (n^t)$ เมื่อ $c > 0$ และ $t > 0$

L2) $\lim_{n\to\infty} (\ln n) / n = 0$

L3) $\lim_{n\to\infty} \sqrt[n]{n} = 1$

L4) $\lim_{n\to\infty} x^{1/n} = 1$ ถ้า $x > 0$

L5) $\lim_{n\to\infty} x^n = 0$ เมื่อ $x < 1$

L6) $\lim_{n\to\infty} (1 + x/n)^n = e$ ทุก ๆ x ที่เป็นจำนวนจริง

L7) $\lim_{n\to\infty} (x) / n! = 0$ ทุก ๆ จำนวนจริง x

ตัวอย่างที่ 5 ลำดับต่อไปนี้ ลู่เข้าหรือลู่ออก ถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

1) $\{a_n\} = \{ 1 + (-1)^n \}$

วิธีทำ

$a_n = 1 + (-1)^n$

ถ้า n เป็นเลขจำนวนเต็มคู่

$a_n = 1 + 1 = 2$; $\lim a_n = 2$

ถ้า n เป็นเลขจำนวนเต็มคี่

$a_n = 1 - 1 = 0$; $\lim a_n = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะว่าค่าลิมิตของ a_n มีมากกว่า 1 ค่า แสดงว่า $\lim_{n\to\infty} a_n$ หาไม่ได้
ดังนั้นลำดับอนันต์ $\{1 + (-1)^n\}$ ลู่ออก

2) $\{a_n\} = \sin(n\pi)/2$

วิธีทำ

$a_n = \sin(n\pi)/2$

ค่าของ $\sin(n\pi)/2$ จะมีค่าเปลี่ยนไปตามค่า n ดังนี้

ถ้า n เป็นเลขจำนวนเต็มคู่ $a_n = \sin(n\pi)/2 = 0$

ถ้า n เป็นเลขจำนวนเต็มคี่ $a_n = \sin(n\pi)/2 = 1, -1$ สลับกัน

ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} a_n$ จะมีมากกว่า 1 ค่า

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} a_n$ หาไม่ได้

จึงได้ว่า ลำดับอนันต์นี้ลู่ออก

ลำดับที่เพิ่มอย่างเดียวและลำดับที่ลดอย่างเดียว (Monotonic Sequence)

<u>นิยาม 4</u> ลำดับ $\{a_n\}$ เรียกว่า ลำดับไม่ลดลง (non decreasing sequence) ถ้า $a_n \leq a_{n+1}$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$ และ จะเรียกว่า เป็นลำดับไม่เพิ่มขึ้น (non increasing sequence) ถ้า $a_n \geq a_{n+1}$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$

<u>นิยาม 5</u> ลำดับ $\{a_n\}$ เรียกว่า ลำดับเพิ่มขึ้น (increasing sequence) ถ้า $a_n < a_{n+1}$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$ และ จะเรียกว่าเป็นลำดับลดลง (decreasing sequence) ถ้า $a_n > a_{n+1}$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$

<u>นิยาม 6</u> จะกล่าวว่า $\{a_n\}$ เป็นลำดับโมโนโทนิก (monotonic sequence) ถ้า $\{a_n\}$ เป็นลำดับไม่ลดลง หรือ เป็นลำดับไม่เพิ่มขึ้น

<u>นิยาม 7</u> ลำดับ $\{a_n\}$ จะกล่าวว่าเป็นลำดับที่มีขอบเขตบน (upper bound) ก็ต่อเมื่อ มีจำนวนจริง A ที่ $a_n \leq A$ ทุก ๆ ค่า n และเรียก A ว่า ค่าขอบเขตบนค่าหนึ่งของลำดับ

<u>นิยาม 8</u> ถ้าลำดับ $\{a_n\}$ มีค่าขอบเขตบนแล้ว ค่าน้อยที่สุดของบรรดาค่าขอบเขตบนของ $\{a_n\}$ เรียกว่า ค่าขอบเขตบนเล็กสุด (Least upper bound)

<u>ทฤษฎี 4</u> ถ้า $\{a_n\}$ เป็นลำดับไม่ลดลง และมี A เป็นค่าขอบเขตบนที่เล็กสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว ลำดับ $\{a_n\}$ จะเป็นลำดับลู่เข้าหา A

<u>นิยาม 9</u> ลำดับ $\{a_n\}$ กล่าวว่า เป็นลำดับที่มีขอบเขตล่าง (Lower bound) ก็ต่อเมื่อมีจำนวนจริง B ที่ $a_n \geq B$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$ และเรียก B ว่า ค่าขอบเขตล่างค่าหนึ่งของ $\{a_n\}$

<u>นิยาม 10</u> ถ้าลำดับ $\{a_n\}$ มีขอบเขตล่างค่ามากที่สุดของบรรดาค่าขอบเขตล่างของ $\{a_n\}$ เรียกว่า ค่าขอบเขตล่างใหญ่สุด (greatest lowerbound)

<u>ทฤษฎี 5</u> ถ้า $\{a_n\}$ เป็นลำดับที่มีค่าไม่เพิ่มขึ้น และมี B เป็นค่าขอบเขตล่างที่ใหญ่ที่สุด แล้ว $\{a_n\}$ จะเป็นลำดับลู่เข้าหา B

<u>นิยาม 11</u> จะกล่าวว่า $\{a_n\}$ เป็นลำดับที่มีขอบเขต (bounded sequence) เมื่อ $\{a_n\}$ มีขอบเขตล่าง หรือ ขอบเขตบน

<u>ทฤษฎี 6</u> ถ้า $\{a_n\}$ เป็นลำดับโมโนโทนิก และ เป็นลำดับที่มีขอบเขตแล้ว $\{a_n\}$ จะเป็นลำดับลู่เข้า

ตัวอย่างที่ 6

1) $\{1/n\} = 1, 1/2, 1/3, \ldots, 1/n, \ldots$

เป็นลำดับลดอย่างเดียว

วิธีทำ

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} 1/n = 0$

ดังนั้น $0 \leq a_n \leq 1$ สำหรับทุก ๆ ค่า ของ n

นั่นคือ $\{a_n\} = \{1/n\}$ มีค่าขอบเขต

โดยที่ขอบเขตบนคือ 1 ขอบเขตล่างคือ 0

2) $\{n\} = 1, 2, 3, 4, \ldots, n, \ldots$

เป็นลำดับแบบเพิ่มอย่างเดียว

วิธีทำ

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} n = \infty$

จึงได้ว่าลำดับนี้ไม่มีค่าขอบเขต

เพราะว่า ลำดับนี้มีแต่ขอบเขตล่างเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) $\{ 2n - (-1)^n \} = 3 , 3 , 7 , 7 , 11 , 11 , \ldots$

เป็นลำดับที่ไม่ลดอย่างเดียว

วิธีทำ

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (2n-(-1)^n) = \infty$

จึงได้ว่าลำดับนี้ไม่มีค่าขอบเขต เพราะว่า ลำดับนี้มีแต่ขอบเขตล่าง

4) $\{ (n^2) / (n + 1) \} = 1/2 , 4/3 , 9/4 , 16/5 , \ldots$

เป็นลำดับแบบเพิ่มอย่างเดียว

วิธีทำ

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (n^2)/(n + 1) = \infty$

จึงได้ว่าลำดับนี้ไม่มีค่าขอบเขต เพราะว่า ลำดับนี้มีแต่ขอบเขตล่าง

5) $\{ (1 + (-1)^n) / 2 \} = 1 , 0 , 1 , 0 , 1 , \ldots$

เป็นลำดับที่มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไป

วิธีทำ

เนื่องจาก $0 \leq a_n \leq 1$ สำหรับทุก ๆ ค่า n

ดังนั้น ลำดับอนันต์ $\{ (1 + (-1)^n) / 2 \}$ มีค่าขอบเขต

โดยที่ขอบเขตบนเป็น 1 และ ขอบเขตล่างเป็น 0

6) $1 , -1 , 1 , -1 , 1 , \ldots$ เป็นลำดับที่ลดลง และเพิ่มขึ้นสลับกันไป

วิธีทำ

เนื่องจาก $-1 < a_n < 1$ สำหรับทุก ๆ ค่า n

ดังนั้นลำดับอนันต์ $1 , -1 , 1 , -1 , 1 , \ldots$ มีค่าขอบเขต

โดยที่ขอบเขตบนคือ 1 และขอบเขตล่างคือ -1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนบทที่ 2

อนุกรมอนันต์และการทดสอบอนุกรมบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุกรม คือ ผลบวกของแต่ละเทอมของลำดับ $\{a_n\}$ กำหนด $\{a_n\}$ เป็นลำดับ เมื่อ a_n เป็นจำนวนจริง จะสร้างลำดับ $\{s_n\}$ ขึ้นมาอีกอันหนึ่ง โดยที่

$$s_1 = a_1$$

$$s_2 = a_1 + a_2$$

$$s_3 = a_1 + a_2 + a_3$$

:

:

$$s_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$$

เราเรียก s_n ว่าเป็นผลบวกย่อย (partial sum) ของ n เทอมแรก จะเรียกลำดับ $\{s_n\}$ ว่าเป็น อนุกรมอนันต์ (infinite series) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรม (series) และจะเขียนแทน อนุกรมนี้ด้วย

$$\sum a_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n + \ldots$$

<u>นิยาม 12</u> ให้ a_n เป็นอนุกรม ซึ่งมีลำดับของผลบวกย่อย เป็น $\{s_n\}$ ถ้า ลำดับ $\{s_n\}$ ลู่เข้าหา s แล้ว จะกล่าวว่า อนุกรม a_n ลู่เข้าหา s เราจะเขียนแทนด้วย

$a_n = s$ หรือ $a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n + \ldots = s$

และเรียก s ว่าเป็นผลบวกของ a_n

ตัวอย่างที่ 1 จงแสดงว่า $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n(n+1)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และพร้อมทั้งหาผลบวกด้วย

วิธีทำ

จากโจทย์ได้ว่า $a_n = 1/n(n+1) = (1/n) - (1/n+1)$

ให้ $s_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 1/1.2 + 1/2.3 + 1/3.4 + \ldots + 1/n(n+1)$

$= (1 - 1/2) + (1/2 - 1/3) + (1/3 - 1/4) +$

$\ldots + (1/n - 1/(n+1))$

$= 1 - 1/(n+1)$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$

ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} s_n = (1 - 1/(n+1)) = 1$

แสดงว่า ลำดับ $\{s_n\}$ เป็นลำดับลู่เข้าหา 1

เพราะฉนั้น สรุปได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n(n+1)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

และมีผลบวกเท่ากับ 1

<u>นิยาม 13</u> ถ้า $\{s_n\}$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า เราจะกล่าวว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมไม่ลู่เข้า และหาผลบวกไม่ได้

ตัวอย่างที่ 2 จงแสดงว่า $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{2n-1}$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

วิธีทำ

เพราะว่า $s_n = (-1) + (-1) + (-1) + \ldots + (-1) = -n$

ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} s_n = (-n) = \infty$

แสดงว่า $\{s_n\}$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า

เพราะฉนั้น จากนิยาม 13 สรุปได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{2n-1}$ เป็นลำดับที่ไม่ลู่เข้า

ตัวอย่างที่ 3 จงแสดงว่า $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1}$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

วิธีทำ

เพราะว่า $s_n = 1 - 1 + 1 - + \ldots + (-1)$

ดังนั้น $s_n = 0$ ถ้า n เป็นเลขคู่

$= 1$ ถ้า n เป็นเลขคี่

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} s_n$ หาค่าไม่ได้ และ $\{s_n\}$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า

เพราะฉนั้น จึงสรุปได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1}$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า

ตัวอย่างที่ 4 จงแสดงว่า $\sum_{n=1}^{\infty} (n+1)/n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

เพราะว่า $a_n = (n+1)/n$

$= 1 + 1/n \geq 1$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่ให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $s_n = 2/1 + 3/2 + 4/3 + \ldots + (n+1)/n$

$1 + 1 + 1 + \ldots + 1 = n$

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty} n = \infty$ ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} s_n = \infty$

จึงสรุปได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty}(n+1)/n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

<u>ทฤษฎี 7</u> (Divergence Test) ถ้า $\lim_{n\to\infty} a_n \neq 0$ หรือ $\lim_{n\to\infty} a_n$ หาค่าไม่ได้แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมไม่ลู่เข้า

ตัวอย่างที่ 5 จงให้เหตุผลว่า เหตุใดอนุกรมต่อไปนี้จึงเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

1. $\sum_{n=1}^{\infty} n/(n+1)$

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = n/(n+1)$

เพราะฉะนั้นได้ว่า $\lim_{n\to\infty} n/(n+1) = \lim_{n\to\infty} 1/(1+1/n) = 1 \neq 0$

2. $\sum_{n=1}^{\infty} n\,/\,n!$

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = n\,/\,n!$

ได้ว่า $a_n = (n.n.n...n)/(1.2.3...n) \geq 1$ ทุก ๆ ค่า n

ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} (n\,/\,n!) \neq 0$

<u>ทฤษฎี 8</u> ถ้า a_n เป็นอนุกรมลู่เข้า แล้ว $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$

ข้อควรระวัง บทกลับของทฤษฎี 8 นี้ไม่จริง คือ ถ้า $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$ อนุกรม a_n อาจจะลู่เข้าหรือไม่ลู่เข้าก็ได้

ตัวอย่างที่ 6 อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n$ เป็นอนุกรมที่ $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} 1/n = 0$

แต่ $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

<u>ทฤษฎี 9</u> ถ้า $A = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$ และ $B = \sum_{n=1}^{\infty} b_n$ ต่างก็เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วยกันทั้งคู่ แล้วจะได้ว่า

1. $\sum_{n=1}^{\infty}(a_n + b_n) = A + B$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า
2. $\sum_{n=1}^{\infty} ka_n = k\sum_{n=1}^{\infty} a = kA$ ทุก ๆ จำนวนจริง k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ทฤษฎี 10</u> ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

1. $\sum_{n=1}^{\infty} kb_n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า
2. $\sum_{n=1}^{\infty} (a_n + b_n)$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

ข้อสังเกต

1. $\sum_{n=1}^{\infty} (a_n + b_n) = \sum_{n=1}^{\infty} (a_n + (-1)b_n)$
   $= \sum_{n=1}^{\infty} a_n + (-1) \sum_{n=1}^{\infty} b_n = A - B$
2. ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย ทุก ๆ ค่า $p > 1$ และ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_{p-1} + a_n$
3. ในทางตรงกันข้าม ถ้า a_n เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า ทุก ๆ ค่า $p > 1$ แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย
4. เลขดัชนี n อาจจะไม่เริ่มจาก 1 ก็ได้ ซึ่งการเริ่มจากตัวเลขอื่นก็ไม่มีผลกระทบต่อการลู่เข้า หรือ ไม่ลู่เข้าของอนุกรมเลย

<u>ทฤษฎี 11</u> ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ลู่เข้าหา A และให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n = K$ แล้วจะได้ว่า อนุกรม a_n จะลู่เข้าหา $A - K$

<u>ทฤษฎี 12</u> ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ไม่ลู่เข้า และ $a_n = k$ แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าด้วย

การทดสอบการลู่เข้าและการลู่ออกของอนุกรม

<u>ทฤษฎี 13</u> เงื่อนไขจำเป็น (Necessary Condition) สำหรับอนุกรมอนันต์ a_n ที่ลู่เข้า คือ $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$

<u>หมายเหตุ</u> ถ้าอนุกรมอนันต์ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ มี $\lim_{n\to\infty} a = 0$ ก็สรุปได้ว่าอนุกรมนั้นลู่ออก (Diverge)

แต่ถ้า $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$ ยังสรุปการลู่ออกหรือลู่เข้าของ อนุกรมนั้นไม่ได้ จะต้องทำการทดสอบอนุกรมนั้นต่อไป ซึ่งวิธีการทดสอบอนุกรมอนันต์ a_n นอกจากพิจารณาจากลิมิตของผลบวกย่อยที่ว่าหาค่าได้หรือไม่แล้ว ยังมีวิธีการทดสอบอื่น ๆ อีก

การทดสอบโดยการเปรียบเทียบ (Comparison Test)

<u>ทฤษฎี 14</u> ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ $a_n \neq 0$ ถ้ามี $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ $b_n \geq 0$ และรู้ก่อนแล้วว่า เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า หรือ ไม่ลู่เข้า แล้วได้ว่า

1) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ $a_n \leq b_n$ ทุก ๆ ค่า n แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

2) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าและ $a_n \geq b_n$ ทุก ๆ ค่า n แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าด้วย

การทดสอบแบบเรขาคณิต (Geometric Series)

<u>นิยาม 14</u> อนุกรมเรขาคณิต (Geometric Series) หมายถึง อนุกรมที่มีรูปทั่วๆไปเป็น $ar + ar^2 + ar^3 + \ldots + ar^{n-1} + \ldots$ และจะเรียก a ว่า เทอมแรกของอนุกรม และเรียก r ว่าอัตราส่วนร่วม (common ratio)

ตัวอย่างที่ 7

1) $1 + X^1 + X^2 + X^3 + \ldots$

2) $2 + 4 + 8 + 16 + \ldots$

3) $1/2 - 1/4 + 1/8 + \ldots$

<u>ทฤษฎี 15</u> กำหนดให้ $a \neq 0$

1) ถ้า $|r| < 1$ แล้วจะได้ว่าอนุกรม $a + ar + ar^2 + \ldots$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และมีผลบวก เท่ากับ $(a)/(1-r)$

2) ถ้า $|r| \geq 1$ แล้วจะได้ว่า ar_{n-1} จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

ตัวอย่างที่ 8 อนุกรมต่อไปนี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

1) $\sum_{n=1}^{\infty} (-2/3)$

วิธีทำ

เป็นอนุกรมเรขาคณิต ที่ $r = -2/3$

ดังนั้น $|r| < 1$

จึงได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty} (-2/3)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

และมีผลบวกเท่ากับ $1/(1 + (2/3)) = 3/5$

นั่นคือ $1 - 2/3 + (2/3) - (2/3) + \ldots = 3/5$

2) $\sum_{n=1}^{\infty} (1/3)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

เป็นอนุกรมเรขาคณิต ที่ $r = 1/3$

ดังนั้น $|r| < 1$

จึงได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty}(1/3)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

และมีผลบวกเท่ากับ $1/(1 - (1/3)) = 3/2$

นั่นคือ $1 + 2/3 + (2/3) + (2/3) + \ldots = 3/2$

3) $\sum_{n=1}^{\infty}3(-5/4)$

วิธีทำ

เป็นอนุกรมเรขาคณิต ที่ $r = -5/4$

ดังนั้น $|r| > 1$

จึงได้ว่า $3(-5/4)$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า และหาผลบวกไม่ได้

อนุกรมฮาร์โมนิก (Harmonic Series)

คือ อนุกรมที่อยู่ในรูป $1 + 1/2 + 1/3 + \ldots + 1/n + \ldots$

อนุกรมฮาร์โมนิกอันดับ p (Harmonic Series of order p)

คืออนุกรมอนันต์ที่อยู่ในรูป

$1 + 1/(2^p) + 1/(3^p) + \ldots + 1/(n^p) = 1/(n^p)$ เมื่อ $p \neq 1$

ตัวอย่างที่ 9

1) $\sum_{n=2}^{\infty}1/(\ln n)$

วิธีทำ

เพราะว่า $\ln n < n$ สำหรับทุก ๆ ค่า $n \geq 2$

$1/(\ln n) > 1/n$

$1/(\ln n) > 1/n$

เนื่องจาก $1/n$ เป็นอนุกรมฮาร์โมนิกซึ่งลู่ออก

ดังนั้น $1/(\ln n)$ ซึ่งมากกว่า $1/n$ จึงลู่ออกด้วย

2) $\sum 1/(n^n) = 1 + 1/(2^2) + 1/(3^3) + 1/(4^4) + \ldots$

วิธีทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n^n n^2 สำหรับทุก ๆ ค่า n

$1/(n^n)$ $1/(n^2)$

$1/(n^n)$ $1/(n^2)$

เนื่องจาก $1/n^2$ เป็นอนุกรมฮาร์โมนิกอันดับ 2 ซึ่งลู่เข้า

ดังนั้น $1/(n^n)$ ซึ่งน้อยกว่า $1/(n^2)$ จึงลู่เข้าด้วย

การทดสอบแบบอินทิกรัล (Integral Test)

<u>ทฤษฎี 16</u> (Integral Test) กำหนดให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมอันหนึ่งที่ $a_n \geq 0$ ทุก ๆ ค่า n ถ้ามีฟังก์ชัน f ซึ่งเป็นฟังก์ชันลดและมีความต่อเนื่องบน $[1,\infty)$ โดยที่ $f(x) \geq 0$ ทุก ๆ ค่า $x \geq 1$ และ $f(n) = a_n$ ทุก ๆ ค่า n แล้วจะได้ว่า

1. $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า ก็ต่อเมื่อ อิมปรอบเปอร์อินทิกรัล $\int_1^b f(x).d(x)$ หาค่าได้ (เป็นจำนวนจริง)
2. $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า ก็ต่อเมื่อ อิมปรอบเปอร์อินทิกรัล $\int_1^b f(x).d(x)$ หาค่าไม่ได้ (ไม่เป็นจำนวนจริง)

ตัวอย่างที่ 10 จงพิจารณาว่า อนุกรมต่อไปนี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

1) $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n$

วิธีทำ

ให้ $f(x) = 1/x$

ดังนั้น $f(n) = 1/n = a_n$ ทุก ๆ ค่า n

$f'(x) = -1/(x^2) < 0$ ทุก ๆ ค่า $x \geq 1$

ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันลดที่ต่อเนื่องบนช่วง $[1, \ )$

และ $\int_1^b (1/x).d(x) = \lim_{x\to\infty} \int_1^b (dx)/x$

$= \lim_{n\to+\infty} [\ln n - \ln 1] = \infty$

จากทฤษฎี 14 ข้อย่อย 2) $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

2) $\sum_{n=1}^{\infty} 1/(n^2 + 1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

ให้ $f(x) = 1/(x^2 + 1)$

ดังนั้น $f(n) = a_n$ ทุก ๆ ค่า n

$f'(x) = (-2x)/(x^2 + 1) < 0$ ทุก ๆ ค่า $x \geq 1$

ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันลดที่ต่อเนื่องบนช่วง $[1,\infty)$

และ $\int_1^b 1/(x^2+ 1).dx = \lim_{x\to\infty} \int_1^b (dx)/(x + 1)$

$= \lim_{n\to\infty} [\tan n - \tan 1] = \infty$

โดยทฤษฎี 14 ข้อย่อย 1) $\sum_{n=1}^{\infty} 1/(n^2 + 1)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

การทดสอบแบบลิมิต

<u>ทฤษฎี 17</u> (Limit Form Test) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ $a_n \geq 0$ ถ้ามี $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ $b_n \neq 0$ และรู้ก่อนแล้วว่า เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า หรือ ไม่ลู่เข้า และ $\lim_{n\to\infty} (a_n)/(b_n) = L$

แล้วจะได้ว่า

1) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ L เป็นจำนวนจริงที่ไม่เท่ากับศูนย์แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

2) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า และ L เป็นจำนวนจริงที่ไม่เท่ากับศูนย์แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าด้วย

3) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ $L = 0$ แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

4) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า และ $L = \infty$ แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

ตัวอย่าง 11 $\sum_{n=1}^{\infty} (3)/(n(n+1))$

วิธีทำ

$a_n = (3)/(n(n+1))$

เพราะว่า $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} [(3)(\ln 3)]/(2n + 1) =$ ·

ใช้กฎ L'Hopital จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} [(3)(\ln 3)]/(2n-1) =$$
$$= \lim_{n\to\infty} [(3)(\ln 3)]/2 =$$

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty} a_n \not> 0$

จึงสรุปได้ทันทีว่า $\sum_{n=1}^{\infty} (3)/(n(n+1))$ เป็นอนุกรมลู่ออก

การทดสอบแบบอัตราส่วน

<u>ทฤษฎี 18</u> (Ratio Test) กำหนดให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$, $a_n > 0$ และถ้าให้ $\lim_{n\to\infty} (a_{n+1})/(a_n) = M$ แล้วได้ว่า

1) ถ้า $M < 1$ แล้ว อนุกรมนี้ลู่เข้า
2) ถ้า $M > 1$ แล้ว อนุกรมนี้ไม่ลู่เข้า
3) ถ้า $M = 1$ แล้ว สรุปไม่ได้ว่า อนุกรมนี้จะลู่เข้าหรือไม่

ตัวอย่างที่ 12 จงพิจารณาว่าอนุกรมต่อไปนี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

1) $\sum_{n=1}^{\infty}((n+1)(2^n))/(n!)$

วิธีทำ

$$a_n = ((n+1)(2^n))/(n!)$$
$$a_{n+1} = ((n+2)(2^{n+1}))/(n+1)!$$
$$\lim_{n\to\infty}(a_{n+1})/(a_n) = \lim_{n\to\infty}\{((n+2)(2^{n+1}))/(n+1)!\} \cdot \{(n!)/(n+1)(2^n)\}$$
$$= \lim_{n\to\infty}\{(n+2)(2)\}/\{(n+1)(n+2)\}$$
$$= 2\lim_{n\to\infty}\{(1+2/n)\}/\{(1+1/n)(n+1)\}$$
$$= 2(0) = 0 < 1$$

ดังนั้น $\sum\{(n+1)(2)\}/(n!)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

2) $\sum_{n=1}^{\infty}(n^n)/(n!)$

วิธีทำ

$$a_n = (n^n)/(n!)$$
$$a_{n+1} = \{(n+1)^{n+1}/((n+1)!)\}$$
$$\lim_{n\to\infty}(a_{n+1})/(a_n) = \lim_{n\to\infty}(1+1/n)^n$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= e = 2.71828 > 1$

ดังนั้น $\sum_{n=1}^{\infty}(n^n)/(n!)$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

การทดสอบแบบกรณ์

<u>ทฤษฎี 19</u> (Root Test) กำหนดให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ $a_n > 0$ และ $\lim \sqrt[n]{|a_n|} = R$ แล้วจะได้ว่า

1) ถ้า $R < 1$ แล้ว อนุกรมจะลู่เข้า
2) ถ้า $R > 1$ แล้ว อนุกรมนี้จะไม่ลู่เข้า
3) ถ้า $R = 1$ สรุปไม่ได้ว่า อนุกรมนี้จะลู่เข้าหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนบทที่ 3

อนุกรมสลับ (Alternating Series)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยาม 16 อนุกรมสลับ คือ อนุกรมที่อยู่ในรูปของ

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} a_n = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 + \ldots + (-1)^{n+1} a_n + \ldots$$

โดยที่ $a_n > 0$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$

การทดสอบการลู่เข้าหรือลู่ออกของอนุกรมสลับ

ทฤษฎี 20 (Leibniz's Theorem) อนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า ก็ต่อเมื่อ

1) a_n ทุกเทอมต้องเป็นบวกทั้งหมด ทุก ๆ ค่า n

2) $a_n \leq a_{n+1}$ ทุก ๆ ค่า n

3) $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$

ตัวอย่างที่ 1 อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}(1/n) = 1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + \ldots$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่า $a_n = 1/n$ ทุก ๆ ค่า n

โดยที่ $\lim_{n\to\infty}(1/n) = 0$ และ $1/n < 1/(n+1)$ ทุก ๆ ค่า n

ตัวอย่างที่ 2 จงพิจารณาอนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}$ arc tan $(1/n)$ ว่าเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

1) a_n = arc tan $(1/n)$

เพราะว่า $1/n > 0$

ดังนั้น $a_n > 0$

2) $\lim_{n\to\infty}(\text{arc tan}(1/n)) = \text{arc tan}(\lim_{n\to\infty} 1/n)$

$= \text{arc tan}(0)$

$= 0$

การลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์และการลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

นิยาม 17 อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะกล่าวว่า เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ (absolutely converge) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty}|a_n|$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

ตัวอย่างที่ 3 อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\, 1/(n^2) = 1 - 1/4 + 1/9 - 1/16 + \ldots$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์

เพราะว่า $a_n = (-1)^{n+1}\, 1/(n^2)$

ดังนั้น $|a_n| = |(-1)^{n+1}\, 1/(n^2)| = 1/(n^2)$

นั่นคือ $a_n = 1 + 1/4 + 1/9 + 1/16 + \ldots$

ซึ่งเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่าเป็นอนุกรมแบบ p ซึ่ง $p = 2$

ตัวอย่างที่ 4 อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} (\sin n)/(n^2) = (\sin 1)/1 + (\sin 2)/4 + (\sin 3)/9 + \ldots$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์

วิธีทำ

เพราะว่า $a_n = (\sin n)/n$

ดังนั้น $|a_n| = |(\sin n)/n| = |(\sin n)|\ /n$

นั่นคือ $a_n = (\sin 1)\ /1 + (\sin 2)\ /n + (\sin 3)\ /n + \ldots$

ซึ่งเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า โดยการเปรียบเทียบกับ $\sum_{n=1}^{\infty} 1/(n^2)$

เพราะว่า $\sin n \geq 1$

<u>นิยาม 18</u> ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ว่าเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า แต่ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ไม่เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า จะเรียก $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ว่าเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างเงื่อนไข (conditionally converge)

<u>ทฤษฎี 21</u> ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

ตัวอย่างที่ 5 จงพิจารณาว่าอนุกรมต่อไปนี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่ ถ้าเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า จะลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ หรือไม่

1) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)\ 1/(2n + 1)^3$

วิธีทำ

พิจารณา $\sum_{n=1}^{\infty} 1/(2n + 1)^3$ เป็นอนุกรมแบบ p ที่ลู่เข้า

และ $a_n = 1/(2n + 1)^3 = 1/((n^3)(2 + 1/n)^3)$

ถ้าให้ $b_n = 1/(n^3)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้ $\sum_{n=1}^{\infty} 1/(n^3)$ เป็นอนุกรมแบบ p ที่ลู่เข้า

และ $\lim_{n\to\infty} (a_n)/(b_n) = \lim_{n\to\infty} 1/(2 + 1/n)^3 = 1/(2 + 0)^3$

$= 1/8 \neq 0$

ดังนั้น $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1}\ 1/(2n + 1)^3$ จึงเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

โดยการทดสอบแบบลิมิต และโดยทฤษฎี 21 จึงเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย และเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนบทที่ 4

อนุกรมของเทอมยกกำลัง (power series)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยาม 19 อนุกรมอนันต์ที่เขียนอยู่ในรูป

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n + \ldots$$

เมื่อ a_0 , a_1 , a_2 , ... เป็นค่าคงที่ และ x เป็นตัวแปรค่าเรียกว่า อนุกรมของเทอมยกกำลังในเทอม x (power series in x)

ตัวอย่างที่ 1 ของอนุกรมของเทอมยกกำลังในเทอม x

1. $\sum_{n=0}^{\infty} n(x)$ ซึ่ง $a_n = n$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 0$
2. $\sum_{n=1}^{\infty} (x)/n$ ซึ่ง $a_n = 1/n$ ทุก ๆ ค่า $n \geq 1$

หมายเหตุ ในบางครั้ง อนุกรมของเทอมยกกำลังอาจจะเขียนอยู่ในรูปของ

$$\sum_{n=0}^{\infty} b_n (x - a) = b_0 + b_1 (x - a) + b_2 (x - a)^2 + \ldots + b_n (x - a)^n + \ldots$$

โดยที่ a , b_0 , b_1 , ... เป็นค่าคงที่ และ x เป็นตัวแปรค่าซึ่งเรียกว่า อนุกรมของเทอมยกกำลังในเทอม (x - a) (power series in x - a)

ตัวอย่างที่ 2 ของอนุกรมของเทอมยกกำลังในเทอม x - a

1. $\sum_{n=0}^{\infty} (x - 2)$ ซึ่ง $a_n = 1$ ทุก ๆ ค่า n 0 และ a = 2
2. $\sum_{n=1}^{\infty} (x + 2)$ ซึ่ง $a_n = 1/(n!)$ ทุก ๆ ค่า n 1 และ a = -2

ทฤษฎี 22 ถ้าอนุกรมของเทอมยกกำลัง

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n + \ldots$$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เมื่อ x = c ($c \neq 0$) แล้ว อนุกรมนี้จะลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ สำหรับ $|x| < |c|$

ทฤษฎี 23 ถ้าอนุกรมของเทอมยกกำลัง

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n + \ldots$$

เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า เมื่อ x = d แล้ว อนุกรมนี้จะไม่ลู่เข้า สำหรับ $|x| > |d|$ จะทำให้ $\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

ทฤษฎี 24 ถ้าอนุกรมของเทอมยกกำลัง

$$\sum_{n=0}^{\infty} b_n(x - a)^n = b_0 + b_1(x-a) + b_2(x-a)^2 + \ldots + b_n(x-a)^n + \ldots$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เมื่อ $x - a = k$ $(k \neq 0)$ แล้วอนุกรมนี้จะลู่เข้าอย่างสมบูรณ์ สำหรับ $|x - a| < |k|$ และถ้า

$x - a = p$ ทำให้อนุกรมนี้ไม่ลู่เข้าแล้ว อนุกรมนี้ก็จะไม่ลู่เข้า สำหรับ $|x - a| > |p|$

<u>ทฤษฎี 25</u> อนุกรมของเทอมยกกำลัง

$$a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \ldots + a_nx^n + \ldots$$

จะสอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้ข้อใดข้อหนึ่ง เพียงข้อเดียวเท่านั้น

1) อนุกรมลู่เข้า เมื่อ $x = 0$ เท่านั้น
2) อนุกรมลู่เข้าอย่างสมบูรณ์ ทุก ๆ จำนวนจริง x
3) มีจำนวนจริง $r > 0$ ซึ่ง
   ถ้า $|x| < r$ แล้วอนุกรมลู่เข้าอย่างสมบูรณ์
   ถ้า $|x| > r$ แล้วอนุกรมไม่ลู่เข้า

<u>ทฤษฎี 26</u> อนุกรมของเทอมยกกำลัง

$$b_0 + b_1(x-a) + b_2(x-a)^2 + \ldots + b_n(x-a)^n + \ldots$$

จะสอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้ ข้อใดข้อหนึ่งเพียงข้อเดียวเท่านั้น

1) อนุกรมลู่เข้า เมื่อ $x = a$ เท่านั้น
2) อนุกรมลู่เข้าอย่างสมบูรณ์ ทุก ๆ จำนวนจริง x
3) มีจำนวนจริง $r > 0$ ซึ่ง
   ถ้า $|x - a| < r$ แล้วอนุกรมลู่เข้าอย่างสมบูรณ์
   ถ้า $|x - a| > r$ แล้วอนุกรมไม่ลู่เข้า

หมายเหตุ ถ้า $x = a + r$ หรือ $a - r$ อนุกรมนี้อาจจะลู่เข้าหรือไม่ลู่เข้าก็ได้ และเราเรียก a ว่าเป็นจุดศูนย์กลางของการลู่เข้า จำนวนจริง r นั้น เราเรียกว่า รัศมีแห่งการลู่เข้า (radius of convergence) และเรียก $(a-r, a+r)$ ว่าช่วงแห่งการลู่เข้า (interval of convergence) แต่ช่วงแห่งการลู่เข้านั้น อาจจะอยู่ในรูป $[a-r, a+r)$ หรือ $(a-r, a+r]$ หรือ $[a-r, a+r]$ ขึ้นอยู่กับว่า $x = a+r$ หรือ $a-r$ จะทำให้อนุกรมนี้ ลู่เข้าหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับช่วงแห่งการลู่เข้าของอนุกรมของเทอมยกกำลัง

$\sum a_n x^n$ หรือ $\sum b_n (x-a)^n$

ส่วนใหญ่เรานิยมใช้ การทดสอบแบบอัตราส่วน (ratio test)

หรือ การทดสอบแบบหาราก (root test) โดยให้

$$\alpha = \lim_{n\to\infty} \frac{a_{n+1} x^{n+1}}{a_n x^n} \quad \text{หรือ} \quad \alpha = \lim_{n\to\infty} \sqrt[n]{|a_n x^n|}$$

และให้ $\beta = \lim_{n\to\infty} \frac{b_{n+1} (x-a)^{n+1}}{b_n (x-a)^n}$ หรือ

$$\beta = \lim_{n\to\infty} \sqrt[n]{|b_n (x-a)^n|}$$

จากทฤษฎี 18 หรือ ทฤษฎี 19 เราจะสรุปได้ว่า

1) $\sum a_n x^n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า สำหรับทุก ๆ x ซึ่งทำให้ $\alpha < 1$

และ $\sum b_n (x-a)^n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า สำหรับทุก ๆ x ซึ่งทำให้ $\beta < 1$

2) $\sum a_n x^n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า สำหรับทุก ๆ x ซึ่งทำให้ $\alpha > 1$

และ $\sum b_n (x-a)^n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าสำหรับทุก ๆ x ซึ่งทำให้ $\beta > 1$

3) ถ้า $\alpha = 1$ หรือ $\beta = 1$ อนุกรมอาจจะลู่เข้าหรือไม่ลู่เข้าก็ได้ ซึ่งการทดสอบ ณ ที่ x ที่ทำให้ $\alpha = 1$ หรือ $\beta = 1$ ต้องใช้วิธีอื่นมาทดสอบ

อนุพันธ์และอินทิกรัลของอนุกรมของเทอมยกกำลัง

อนุกรมของเทอมยกกำลัง เป็นฟังก์ชันของ x ซึ่งมีโดเมนเป็นช่วงของการลู่เข้าของอนุกรมนี้ เช่น

$\sum x^n = 1 + x + x^2 + x^3 + \ldots + x^n + \ldots$

มีโดเมนหรือช่วงของการลู่เข้า เป็นเซตของจำนวนจริง x ซึ่ง $-1 < x < 1$ เพราะว่า อนุกรมนี้ เป็นอนุกรมเรขาคณิต โดยที่ $a = 1$, $r = x$ แสดงว่า อนุกรมจะลู่เข้าหา $1/(1-x)$ นั่นคือ

$1/(1-x) = 1 + x^1 + x^2 + x^3 + \ldots + x^n + \ldots$ เมื่อ $-1 < x < 1$

<u>ทฤษฎี 27</u> (The term - by - term differentiation theorem)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าบนช่วงเปิด (-c, c) แล้ว

1) $\sum_{n=0}^{\infty} n\, a_n x^{n-1}$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าบนช่วงเปิด (-c,c)

2) f(x) จะหาอนุพันธ์ได้(differentiable) บนช่วงเปิด (-c,c)

3) $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} n\, a_n x^{n-1}$ บนช่วงเปิด (-c,c)

<u>ทฤษฎี 28</u> (The term- by - term integration theorem)

ถ้า $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าบนช่วงเปิด (-c, c) แล้ว

1) $\sum_{n=0}^{\infty} (a_n x^{n+1})/(n+1)$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าบนช่วง (-c, c)

2) f(x).dx หาค่าได้ (exists) สำหรับ x ในช่วง (-c, c)

3) $f(x).dx = \sum_{n=0}^{\infty} (a_n x^{n+1})/(n+1) + C$ บนช่วง (-c,c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนบทที่ 5

อนุกรมของแมคลอรินและเทเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ทฤษฎี 29</u> ให้ f เป็นฟังก์ชันที่ $f^{(n+1)}$ ต่อเนื่องบนช่วง [a,b] แล้วเราจะได้ว่า

$$f(b) = f(a) + f'(a)(b-a) + (f''(a)(b-a)^2)/2! + \ldots + (f^{(n)}(a)(b-a)^n)/n! + R_n(b,a)$$

โดยที่ $R_n(b,a) = \int_a^b f^{(n+1)}(t)(b-t)\,dt$

<u>ทฤษฎี 30</u> (Taylor's Theorem) ให้ f เป็นฟังก์ชันที่ $f^{(n+1)}$ เป็นฟังก์ชันที่ต่อเนื่องบนช่วง [a,x] แล้วค่าฟังก์ชัน f ที่จุด x จะถูกกำหนดโดย

$$f(x) = f(a) + f'(a)(x-a) + f''(a)(x-a)^2 + f'''(a)(x-a)^3 + \ldots + f^{(n)}(a)(x-a)^n + R_n(x,a)$$

โดยที่ $R_n(x,a) = \int_a^b (x-t)^n f^{(n+1)}(t)dt$

<u>ทฤษฎี 31</u> ให้ g(t) และ h(t) เป็นฟังก์ชันที่ต่อเนื่อง สำหรับ $a \leq t \leq b$ และสมมุติว่า h(t) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเครื่องหมายในช่วง [a,b] แล้วจะต้องมีจำนวนจริง c ซึ่งอยู่ระหว่าง a กับ b ที่ทำให้

$$\int_a^b g(t).h(t)dt = g(c)\int_a^b h(t).dt$$

<u>ทฤษฎี 32</u> (The Remainder Estimation Theorem) ถ้ามีจำนวนจริงบวก M ซึ่งทำให้ $|f^{(n+1)}(t)| \leq M$ ทุก ๆ ค่า t ที่อยู่ระหว่าง a และ x แล้ว $R_n(x,a)$ ในทฤษฎีของเทย์เลอร์จะสอดคล้องกับอสมการ

$$R_n(x,a) \leq \frac{M|x-a|^{n+1}}{(n+1)!}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทพิสูจน์บทเรียนบทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทแทรก ทฤษฎี 1

ถ้าลำดับ $\{a_n\}$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า และ c เป็นจำนวนจริงใด ๆ โดยที่ $c \neq 0$ แล้ว ลำดับ $\{ca_n\}$ จะเป็นลำดับที่ไม่ลู่เข้า

พิสูจน์

จะพิสูจน์โดยการตั้งข้อขัดแย้ง โดยสมมุติว่า $\{ca_n\}$ เป็นลำดับลู่เข้า

จากทฤษฎี 1 ข้อ 2). ถ้าให้ $k = 1/c$

เราจะได้ว่า ลำดับ $\{(1/c) \cdot ca_n\} = \{a_n\}$ เป็นลำดับลู่เข้า

ซึ่งขัดกับสิ่งที่กำหนดให้ จึงสรุปได้ว่า $\{ca_n\}$ เป็นลำดับไม่ลู่เข้า

ทฤษฎี 3

ถ้า $\{a_n\}$ เป็นลำดับลู่เข้า โดยที่ $\lim_{n\to\infty} a_n = L$ และ f เป็นฟังก์ชันที่ต่อเนื่อง ที่ L และ a_n อยู่ในโดเมนของ f ทุก ๆ ค่า n แล้ว

$\lim_{n\to\infty} f(a_n) = f(L)$

พิสูจน์

เพราะว่า f เป็นฟังก์ชันที่ต่อเนื่องที่ L

ดังนั้น $\lim_{x\to L} f(x) = f(L)$

กำหนด $\varepsilon > 0$

จากนิยามของลิมิต จะต้องมี $\delta > 0$

ซึ่งทุก x ที่ $0 < |x - L| < \varepsilon$

จะทำให้ $|f(x) - f(L)| < \varepsilon$ ...(1)

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty} a_n = L$ และเพราะว่า $\delta > 0$

จะต้องมี N ที่ทำให้ $|a_n - L| < \delta$ ทุก ๆ ค่า $n > N$ ...(2)

จากสมการ (1) และ (2) เราจะได้ทันทีว่า

$|f(a_n) - f(L)| < \varepsilon$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

จึงสรุปได้ว่า $\lim_{n\to\infty} f(a_n) = f(L)$

คุณสมบัติของลิมิต (L3)

$\lim_{n\to\infty} \sqrt[n]{n} = 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิสูจน์

$$a_n = y = n^{1/n}$$

ดังนั้น $\ln a_n = \ln n^{1/n} = (1/n) \ln n \to 0$

เมื่อ $n \to \infty$

ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} \ln a_n = 0$

เพราะว่า $a_n = y = n^{1/n} = e^{\ln y} \to e^0 = 1$

เมื่อ $n \to \infty$

นั่นคือ $\lim \sqrt[n]{(n)} = 1$

คุณสมบัติของลิมิต (L4)

$$\lim_{n\to\infty} x^{1/n} = 1 \quad \text{ถ้า } x > 0$$

พิสูจน์

ให้ $a_n = x^{1/n}$ โดยที่ $x > 0$

ดังนั้น $\ln a_n = \ln x^{1/n} = (1/n) \ln x \quad 0$

เมื่อ $n \to \infty$

เพราะว่า เมื่อ $n \to \infty$ ทำให้ $(1/n) \to 0$ และ $\ln n$ คงที่

ให้ $y = a_n$

ดังนั้น $\lim_{x\to L} \ln x = 0$

เนื่องจาก $a_n = y = x^{1/n} = e^{\ln y} \to e^0 = 1$

เมื่อ $n \to \infty$

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} x^{1/n} = 1$

คุณสมบัติของลิมิต (L5)

$$\lim_{n\to\infty} x^n = 0 \quad \text{เมื่อ } x < 1$$

พิสูจน์

กำหนด $\varepsilon > 0$

เพราะว่า เมื่อ $n \to \infty$, $(\varepsilon)^{1/n} \to 1$ และ $|x| < 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น จะต้องมี N ที่ทำให้ $|x| < (\varepsilon)^{1/N}$

นั่นคือ $|x^N| = (|x|)^N < \varepsilon$

แสดงว่า $|x^n| < |x^N|$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

จึงสรุปได้ว่า $|x^n| < |x^N| < \varepsilon$

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} x^n = 0$ เมื่อ $|x| < 1$

คุณสมบัติของลิมิต (L6)

$$\lim_{n\to\infty} (1 + x/n)^n = e^x$$ ทุก ๆ x ที่เป็นจำนวนจริง

พิสูจน์

ให้ $a_n = (1 + x/n)^n$

ดังนั้น $\ln a_n = \ln(1 + x/n)^n = n \ln (1 + x/n)$

$$\lim_{n\to\infty} \ln a_n = \lim_{n\to\infty} n \ln (1 + x/n)$$
$$= \lim_{n\to\infty} \ln (1 + x/n)$$
$$= \lim_{n\to\infty} (-x/n) \,/\, 1+(x/n)$$

และเพราะว่า $a_n = A = (1 + x/n)^n = e^{\ln A} \to e^x$

เมื่อ $n \to \infty$

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} (1 + x/n)^n = e^x$

<u>ทฤษฎี 4</u>

ถ้า $\{a_n\}$ เป็นลำดับไม่ลดลง และมี A เป็นค่าขอบเขตบนที่เล็กสุด แล้ว ลำดับ $\{a_n\}$ จะเป็นลำดับลู่เข้าหา A

พิสูจน์

กำหนด $x > 0$

จะต้องหา N ซึ่ง $|a_n - A| < \varepsilon$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

เพราะว่า A เป็นค่าขอบเขตบนเล็กที่สุด

ดังนั้น $A - \varepsilon$ จึงไม่ใช่ขอบเขตบนของ A และ $A - \varepsilon < A$

แสดงว่า จะต้องมี N ที่ทำให้ $A - \varepsilon < a_n$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $\{a_n\}$ เป็นอันดับไม่ลดลงจึงได้ว่า

$$a_N \leq a_{N+1} \leq a_{N+2} \quad \cdots$$

ดังนั้น $A - \varepsilon < a_n$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

เพราะว่า A เป็นค่าขอบเขตบนของ $\{a_n\}$

จึงทำให้ $a_n \leq A$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

นั่นคือ $A - \varepsilon < a_n < A < A + \varepsilon$

$$-\varepsilon < a_n - A < \varepsilon$$

$$|a_n - A| < \varepsilon \quad , \quad n > N$$

ดังนั้น $\lim_{n \to \infty} a_n = A$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทพิสูจน์บทเรียนบทที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ทฤษฎี 7</u> (Divergence Test)

ถ้า $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$ หรือ $\lim_{n\to\infty} a_n$ หาค่าไม่ได้แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมไม่ลู่เข้า

พิสูจน์

เราจะแสดงว่า ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าแล้ว $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$

ให้ $s_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$

และสมมุติว่า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ลู่เข้าหา s

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} s_n = s$

กำหนด $\varepsilon > 0$

ดังนั้น จะต้องมี $N \in I$ ซึ่ง

$s - (\varepsilon)/2 < s_n < s + (\varepsilon)/2$ ทุก ๆ ค่า $n > N$ ...1)

และ $s - (\varepsilon)/2 < s_m < s + (\varepsilon)/2$ ทุก ๆ ค่า $m > N$

ดังนั้น $-s - (\varepsilon)/2 < -s_m < -s + (\varepsilon)/2$ ทุก ๆ ค่า $m > N$ ...2)

นำสมการ 1) รวมกับสมการ 2) จึงทำให้

$-\varepsilon < s_n - s_m < \varepsilon$ ทุก ๆ ค่า $n , m > N$

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าให้ $m = n - 1$ และ $n > N + 1$

ดังนั้น $-\varepsilon < s_n - s_{n-1} < \varepsilon$ ทุก ๆ ค่า $n > N + 1$

แต่ $a_n = s_n - s_{n-1}$

ดังนั้น $-\varepsilon < a_n < \varepsilon$

นั่นคือ กำหนด $\varepsilon > 0$ จะมี $M = N + 1$ ซึ่งทำให้

$-\varepsilon < a_n < \varepsilon$ หรือ $|a_n| < \varepsilon$ ทุก ๆ ค่า $n > M$

เพราะฉะนั้น $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$

<u>ทฤษฎี 9</u>

ถ้า $A = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$ และ $B = \sum_{n=1}^{\infty} b_n$ ต่างก็เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วยกันทั้งคู่ แล้วจะได้ว่า

1. $\sum_{n=1}^{\infty}(a_n + b_n) = A + B$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิสูจน์

ให้ $A_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$

และ $B_n = b_1 + b_2 + b_3 + \ldots + b_n$

ดังนั้น ผลบวกย่อยของ s_n ของอนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(a_n + b_n)$ คือ

$$s_n = (a_1 + b_1) + (a_2 + b_2) + \ldots + (a_n + b_n)$$
$$= (a_1 + a_2 + \ldots + a_n) + (b_1 + b_2 + \ldots + b_n)$$
$$= A_n + B_n$$

เพราะฉะนั้น $\lim_{n\to\infty} s_n = \lim_{n\to\infty}(A_n + B_n) = \lim_{n\to\infty} A_n + \lim_{n\to\infty} B_n$
$= A + B$

และลำดับของผลบวกย่อย s_n สำหรับอนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} k\,a_n$ คือ

$$s_n = ka_1 + ka_2 + \ldots + ka_n$$
$$= k(a_1 + a_2 + \ldots + a_n)$$
$$= k.A_n$$

เพราะฉะนั้น $\lim_{n\to\infty} s_n = \lim_{n\to\infty} kA_n = k \lim_{n\to\infty} A_n = k.A$

<u>ทฤษฎี 14</u> (Comparision Test)

ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ $a_n \geq 0$ ถ้ามี $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ $b_n \geq 0$ และรู้ก่อนแล้วว่า เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่ลู่เข้า แล้วได้ว่า

1. ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ $a_n \leq b_n$ ทุก ๆ ค่า n แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

2. ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า และ $a_n \geq b_n$ ทุก ๆ ค่า n แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าด้วย

พิสูจน์

$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \ldots + a_n$, $n \geq 1$

$T_n = b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + \ldots + b_n$, $n \geq 1$

เพราะว่า $a \geq 0$ และ $b \geq 0$ ทุก ๆ ค่า n

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $\{S_n\}$ และ $\{T_n\}$ จะเป็นอันดับเพิ่มขึ้น

(1) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ ลู่เข้าหา L และ $a_n \leq b_n$

ดังนั้น $S_n \leq T_n \leq L$ ทุก ๆ ค่า n

แสดงว่า $\{S_n\}$ เป็นอันดับโมโนโทนิกและมีขอบเขต

โดยทฤษฎี 6 $\{S_n\}$ เป็นอันดับลู่เข้านั่นคือ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ลู่เข้านั่นเอง

(2) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ ไม่ลู่เข้า และ $a_n \geq b_n$

ดังนั้น $S_n \geq T_n$ ทุก ๆ ค่า n

พิสูจน์โดยการใช้หาข้อขัดแย้ง โดยสมมุติว่า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ลู่เข้า

จากข้อ 1 จะได้เลยว่า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ จะต้องลู่เข้าด้วย ซึ่งเกิดการขัดแย้ง

ดังนั้นที่สมมุติว่า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ ลู่เข้าจึงไม่จริง แสดงว่า a_n ไม่ลู่เข้า

<u>ทฤษฎี 15</u> (Geometric Series)

กำหนดให้ $a \neq 0$

1. ถ้า $|r| < 1$ แล้วจะได้ว่า อนุกรม $a + ar + ar^2 + \ldots$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และมีผลบวกเท่ากับ $(a)/(1-r)$

2) ถ้า $|r| \geq 1$ แล้วจะได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty} ar_{n-1}$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

พิสูจน์

กำหนดให้ $a \neq 0$

และ $s_n = a + ar + ar^2 + ar^3 + \ldots + ar^{n-1}$ ...1)

ให้ r คูณสมการ 1) ตลอด แล้วได้ว่า

$rs_n = ar + ar^2 + ar^3 + \ldots + ar^n$ ... 2)

นำสมการทั้งสองมาลบกันแล้วได้ว่า

$(1 - r)s_n = a - ar^n$

$s_n = a(1 - r^n)/(1 - r)$ ถ้า $r \neq 1$

เราจึงได้ว่า $\lim_{n\to\infty} s_n = a/(1 - r)[1 - \lim_{n\to\infty} r^n]$ ...3)

(1) ถ้า $|r| < 1$

โดยคุณสมบัติของลิมิตหัวข้อ 1.2 ข้อ L5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราได้ทันที่ว่า $\lim_{n\to\infty} r^n = 0$

จากสมการ 3) ทำให้ $\lim_{n\to\infty} s_n = a/(1-r)$

ดังนั้น อนุกรม ar^{n-1} เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ $ar^{n-1} = a/(1-r)$

(2) ถ้า $|r| \geq 1$

ดังนั้น $r \geq 1$ หรือ $r \leq -1$

2.1) ถ้า $r = 1$

จากสมการ 1) $s_n = a + a + a + a + \ldots + a = na$

$$\lim_{n\to\infty} s_n = \lim_{n\to\infty} na = a \lim_{n\to\infty} n = \infty$$

2.2) ถ้า $r = -1$

จากสมการ 1) $s_n = a - a + a - a + \ldots + (-1)^{n-1}a$

$s_n = 0$ เมื่อ n เป็นเลขคู่

$= a$ เมื่อ n เป็นเลขคี่

ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} s_n$ หาค่าไม่ได้

2.3) ถ้า $|r| > 1$

จะได้ $\lim_{n\to\infty} (r)^n = \infty$

จากสมการ 3) ทำให้ $\lim_{n\to\infty} s_n$ หาค่าไม่ได้

จากสมการ 2.1 , 2.2 , 2.3

จึงสรุปได้ว่า ถ้า $|r| \geq 1$, $\sum_{n=1}^{\infty} ar$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า นั่นคือหาผลบวกไม่ได้

<u>ทฤษฎี 17</u> (Limit Form Test)

ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ $a_n \geq 0$ ถ้ามี $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ $b_n \geq 0$ และรู้ก่อนแล้วว่า เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า หรือไม่ลู่เข้า และ $\lim_{n\to\infty} (a_n)/(b_n) = L$ แล้วจะได้ว่า

1. ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ L เป็นจำนวนจริงที่ไม่เท่ากับศูนย์แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

2. ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า และ L เป็นจำนวนจริงที่ไม่เท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าด้วย

3. ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ $L = 0$ แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

4. ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า และ $L = \infty$ แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

พิสูจน์

(1) และ (2)

ถ้า $\lim_{n\to\infty} a_n / b_n = L \neq 0$ ดังนั้น $L > 0$

กำหนด $\varepsilon = L/2$

จากนิยาม 2 จะมีจำนวนเต็มบวก N ที่ทำให้

$$|a_n / b_n - L| < L/2 \quad \text{ทุก ๆ ค่า } n > N$$

$$-L/2 < a_n / b_n - L < L/2$$

$$L/2 < a_n / b_n < (3/2)L$$

นั่นคือ $L/2 < a_n / b_n < 2L$

ดังนั้น $a_n > (L/2)b_n$ และ $a_n < 2L\, b_n$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

(1) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

ดังนั้น $\sum_{n=1}^{\infty} 2L\, b_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

และโดยทฤษฎี 14 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จึงเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

(2) ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

ดังนั้น $\sum_{n=1}^{\infty} (L/2)b_n$ จะเป็นอนกรมที่ไม่ลู่เข้าด้วย

และโดยทฤษฎี 14 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จึงเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

(3) ถ้า $\lim_{n\to\infty} a_n / b_n = 0$

กำหนด $\varepsilon = 1$ จะมีจำนวนเต็มบวก N ที่ทำให้

$$|(a_n / b_n) - 0| < 1 \quad \text{ทุก ๆ ค่า } n > N$$

ดังนั้น $0 < a_n / b_n < 1$ $(a_n / b_n > 0$ ทุก ๆ ค่า $n)$

นั่นคือ $0 < a_n < b_n$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

โดย ทฤษฎี 14 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จึงเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

(4) ถ้า $\lim_{n\to\infty} a_n/b_n = \infty$

จะมี N ที่ทำให้ $a_n/b_n > 1$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

ดังนั้น $a_n > b_n$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

โดยทฤษฎี 14 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จึงเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

<u>ทฤษฎี 18</u> (Ratio Test)

กำหนดให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$, $a_n > 0$ และ ถ้าให้

$\lim_{n\to\infty} (a_{n+1})/(a_n) = M$ แล้วได้ว่า

1. ถ้า $M < 1$ แล้ว อนุกรมนี้ลู่เข้า
2. ถ้า $M > 1$ แล้ว อนุกรมนี้ไม่ลู่เข้า
3. ถ้า $M = 1$ แล้ว สรุปไม่ได้ว่า อนุกรมนี้จะลู่เข้าหรือไม่

พิสูจน์

(1) เราจะได้ทันทีว่า $M > 0$ สมมติว่า $M < 1$

ให้ $r = (1+M)/2$ ดังนั้น $M < r < 1$

ให้ $\varepsilon = r - M$ ดังนั้น $\varepsilon > 0$

จากนิยามของลิมิต เราจะได้ว่า จะมี N ตัวหนึ่ง ที่ทำให้

$$|(a_{n+1}/a_n) - M| < \varepsilon \quad \text{ทุก ๆ ค่า } n \geq N$$

ดังนั้น $-(r - M) < (a_{n+1}/a_n) - M < r - M$

$$0 < (a_{n+1}/a_n) < r = M + \varepsilon$$

ทุก ๆ ค่า $n \geq N$

นั่นคือ $a_{N+1} < r\, a_N$

$a_{N+2} < r\, a_{N+1} < r^2 a_N$

$a_{N+3} < r\, a_{N+2} < r^2 a_{N+1} < r^3 a_N$

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$a_{N+1} < r\,a_{N+(1+1)} < \ldots\ldots < r^1 a_N$$

และ $a_1 + a_2 + \ldots + a_N < a_1 + a_2 + a_3 + \ldots$

$+ a_{N+1} + \ldots \quad + a_N (1 + r + r^2 + \ldots)$

เพราะว่า $|r| < 1$

ดังนั้น $1 + r + r^2 + \ldots$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

นั่นคือ $a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_N(1 + r + r + \ldots)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

เราจึงได้ว่า $a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_N + a_{N+1} + a_{N+2} + \ldots$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า โดยทฤษฎี 17

(2) สมมุติว่า $M > 1$

เราสามารถหา K ได้ตัวหนึ่งที่ทำให้ $(a_{n+1}/a_n) > 1$, $n \geq K$

ดังนั้น $0 \leq a_K < a_{K+1} < a_{K+2} < \ldots$

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} a_n \neq 0$

จึงสรุปได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า โดยทฤษฎี 7

(3) ถ้า $M = 1$ อาจเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า หรือ ไม่ลู่เข้าก็ได้ เช่น

$\sum_{n=1}^{\infty} 1/n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า แต่ $M = \lim_{n\to\infty} \{1/(n+1)\}/(1/n)$

$= \lim_{n\to\infty} n/(n+1) = 1$

$\sum_{n=1}^{\infty} 1/n^2$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า และ $M = \lim_{n\to\infty} \{(1/(n+1))^2/(1/n^2)\}$

$= \lim_{n\to\infty} \{n/(n+1)\}^2 = 1$

<u>ทฤษฎี 19</u> (Root Test)

กำหนดให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ $a_n > 0$

และ $\lim_{n\to\infty} \sqrt[n]{(a_n)} = R$ แล้วจะได้ว่า

1. ถ้า $R < 1$ แล้ว อนุกรมจะลู่เข้า
2. ถ้า $R > 1$ แล้ว อนุกรมนี้จะไม่ลู่เข้า
3. ถ้า $R = 1$ สรุปไม่ได้ว่า อนุกรมนี้จะลู่เข้าหรือไม่

พิสูจน์

(1) สมมุติว่า $R < 1$ ให้ $r = (1 - R)/2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $r + R = 1/2 - (R/2) + R = 1/2 + (r/2) < 1$

กำหนด $\varepsilon = r$ จากนิยาม 2 จะมีจำนวนเต็ม N ที่ทำให้

$$|\sqrt[n]{a_n} - R| < r$$

$$\sqrt[n]{a_n} - R < r$$

$$\sqrt[n]{a_n} < r + R$$

$$a_n < (r + R)^n \quad \text{ทุก ๆ ค่า } n > N$$

จะเห็นได้ว่า $\sum_{n=1}^{\infty}(r + R)^n$ เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ลู่เข้า เพราะ $r + R < 1$

โดยการทดสอบแบบเปรียบเทียบ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จึงเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า จึงทำให้

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_{n-1} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n$$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

(2) สมมุติว่า $R > 1$ จะมีจำนวนเต็ม N ที่ทำให้

$$\sqrt[n]{a_n} > 1 \quad \text{ทุก ๆ ค่า } n > N$$

ดังนั้น $\sqrt[n]{a_n} > 1 \quad$ ทุก ๆ ค่า $n > N$

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} a_n \neq 0$

(3) ถ้า $R = 1$ อาจจะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่ก็ได้ เช่น

$\sum_{n=1}^{\infty} 1/n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า แต่ $\lim_{n\to\infty} (1/n) = 1$

$\sum_{n=1}^{\infty} 1/(n^2)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่ลู่เข้า แต่ $\lim_{n\to\infty} (1/n^2) = 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทพิสูจน์บทเรียนบทที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ทฤษฎี 20</u> (Leibniz's Theorem)

อนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า ก็ต่อเมื่อ

1. a_n ทุกเทอมต้องเป็นบวกทั้งหมด ทุก ๆ ค่า n
2. $a_n \geq a_{n+1}$ ทุก ๆ ค่า n
3. $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$

พิสูจน์

ถ้า n เป็นจำนวนคู่ ให้ $n = 2m$

ดังนั้น ผลบวก n เทอมแรก คือ

$$S_{2m} = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 + \ldots + a_{2m-1} - a_{2m}$$

$$= (a_1 - a_2) + (a_3 - a_4) + \ldots + (a_{2m-1} - a_{2m}) \quad \ldots 1)$$

$$= a_1 - (a_2 - a_3) - (a_4 - a_5) - \ldots$$

$$- (a_{2m-2} - a_{2m-1}) - a_{2m} \quad \ldots 2)$$

จากสมการ 1) S_{2m} เขียนอยู่รูปผลบวกเทอมที่เป็นบวกทั้งหมด m เทอม

ดังนั้น $\{S_{2m}\}$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

และจากสมการ 2) แสดงให้เห็นว่า $S_{2m} < a_1$

ดังนั้น $\{S_{2m}\}$ เป็นลำดับโมโนโทนิก และมีขอบเขตจำกัด

โดยทฤษฎี 6 $\{S_{2m}\}$ เป็นอันดับลู่เข้าและมีลิมิต จะเรียกว่า L

นั่นคือ $\lim_{n\to\infty} S_{2m} = L \quad \ldots 3)$

และถ้า n เป็นจำนวนคี่ ให้ $n = 2m + 1$

ดังนั้นผลบวก n เทอมแรก คือ $S_{2m+1} = S_{2m} + a_{2m+1}$

เนื่องจาก $\lim_{n\to\infty} a_n = 0$ ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} a_{2m+1} = 0$

เราจึงได้ว่า $\lim_{n\to\infty} S_{2m+1} = \lim_{n\to\infty} S_{2m} + \lim_{n\to\infty} a_{2m+1} = L + 0$

$= L \quad \ldots 4)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ 3) และ 4) เราได้ว่า $\lim_{n\to\infty} S_n = L$

นั่นคือ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1} a_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

ทฤษฎี 21

ถ้า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า แล้ว $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

พิสูจน์

สำหรับ n แต่ละตัว จะได้ว่า

$$-|a_n| \leq a_n \leq a_n$$

ดังนั้น $0 \leq a_n + |a_n| \leq a_n$

ถ้า $\sum a_n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า ดังนั้น $2\sum a_n$ จึงเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

โดยการทดสอบแบบเปรียบเทียบ จะทำให้

$$\sum_{n-1}^{\infty}(a_n + a_n) \quad \text{เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า}$$

เพราะว่า $a_n = a_n + |a_n| - |a_n|$

ดังนั้น เราสามารถแสดง $\sum a_n$ ในรูปของผลต่างของอนุกรมที่ลู่เข้าสองอนุกรมด้วยกัน ดังนี้

$$\sum a_n = \sum (a_n + |a_n| - |a_n|)$$

$$\sum a_n = \sum (a_n + |a_n| - |a_n|)$$

$$= \sum (a_n + |a_n|) - \sum |a_n|$$

ดังนั้น a_n จึงเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า โดยทฤษฎี 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทพิสูจน์บทเรียนบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี 22

ถ้าอนุกรมของเทอมยกกำลัง

$\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n + \ldots$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เมื่อ $x = c$ $(c \neq 0)$ แล้ว อนุกรมนี้จะลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ สำหรับ $|x| < |c|$

พิสูจน์

สมมติว่า อนุกรม $\sum_{n=0}^{\infty} a_n c^n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

ดังนั้น โดยทฤษฎี 8 $\lim_{n\to\infty} a_n c^n = 0$

กำหนด $\varepsilon = 1$ ดังนั้น จะมีจำนวนเต็มบวก N ที่ทำให้

$|a_n c^n| < 1$ ทุก ๆ ค่า $n \geq N$

นั่นคือ $|a_n| < 1 / |c_n|^n$ ทุก ๆ ค่า $n \geq N$

พิจารณา x ซึ่งทำให้ $|x| < |c|$

นั่นคือ $|x/c| < 1$

ถ้าพิจารณาอนุกรม

$$|a_0| + |a_1 x| + |a_2 x^2| + \ldots + |a_{N-1} x^{N-1}| + |a_N x^N| + |a_{N+1} x^{N+1}| + \ldots$$

หรือเขียนเป็น $|a_0| + |a_1 x| + \ldots + |a_{N-1} x^{N-1}| + |a_{N+1} x^{N+1}| + \ldots$

เพราะว่า $|a_n x^n| < (|(x/c)^n|)^n$ ทุก ๆ ค่า $n \geq N$

และเพราะว่า $\sum_{n=0}^{\infty} (x/c)^n$ เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ลู่เข้า

เพราะว่า $r = |(x/c)| < 1$

ดังนั้น $\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$ จึงเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

โดยการทดสอบแบบเปรียบเทียบ จึงสรุปได้ว่า

$|a_0| + |a_1 x^1| + |a_2 x^2| + \ldots + |a_{N-1} x^{N-1}| + |a_N x^N| + \ldots$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

นั่นคือ $a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี 23

ถ้าอนุกรมของเทอมยกกำลัง

$\sum a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n + \ldots$

เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า เมื่อ $x = d$ แล้ว อนุกรมนี้จะไม่ลู่เข้า

สำหรับ $|x| > |d|$ จะทำให้ $\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

พิสูจน์

สมมติว่า $\sum_{n=1}^{\infty} a_n d^n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

จะพิจารณาโดยการหาข้อขัดแย้ง

โดยสมมุติว่า ถ้ามี x_0 ซึ่ง $|x_0| > |d|$

ซึ่งทำให้ อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} a_n x_0^n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

จากทฤษฎี 22 ถ้าให้ $x_0 = c$

ก็จะทำให้ อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} a_n d^n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย

ซึ่งขัดแย้งกับสมมติฐาน แสดงว่า ทุก ๆ x ซึ่ง $|x| > |d|$

จะทำให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n x^n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

ทฤษฎี 25

อนุกรมของเทอมยกกำลัง

$a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \ldots + a_nx^n + \ldots$

จะสอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้ข้อใดข้อหนึ่ง เพียงข้อเดียวเท่านั้น

1. อนุกรมลู่เข้า เมื่อ $x = 0$ เท่านั้น
2. อนุกรมลู่เข้าอย่างสมบูรณ์ ทุก ๆ จำนวนจริง x
3. มีจำนวนจริง $r > 0$ ซึ่ง
   ถ้า $|x| < r$ แล้วอนุกรมลู่เข้าอย่างสมบูรณ์
   ถ้า $|x| > r$ แล้ว อนุกรมไม่ลู่เข้า

พิสูจน์

(1) ถ้าให้ $x = 0$ อนุกรมจะมีรูปเป็น

$a_0 + 0 + 0 \ldots$ ซึ่งลู่เข้าสู่ a_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) สมมุติว่า ข้อ 1 ไม่สอดคล้อง
และมีจำนวนจริง $x = c \neq 0$ ซึ่ง $\sum_{n=1}^{\infty} a_n c^n$ ลู่เข้า
โดยทฤษฎี 23 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n x^n$ จะลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์
ที่ทุก ๆ จำนวนจริง x ซึ่ง $|x| < c$
และถ้าไม่มีจำนวนจริง x ใดเลย ที่ทำให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n x^n$ ไม่ลู่เข้า
ก็ทำให้เงื่อนไขข้อ 2 เป็นจริง

(3) ถ้าเงื่อนไข (1) และ (2) ไม่จริง
นั่นคือ มีจำนวนจริง $c \neq 0$ ซึ่งทำให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n c^n$ ลู่เข้า
และมีจำนวนจริง d ที่ $d > c$
ซึ่งทำให้ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n d^n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทพิสูจน์บทเรียนบทที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี 29

ให้ f เป็นฟังก์ชันที่ $f^{(n+1)}$ ต่อเนื่องบนช่วง [a,b] แล้วเราจะได้ว่า

$$f(b) = f(a) + f'(a)(b-a) + (f''(a)(b-a)^2) / 2!$$
$$+ \ldots + (f^{(n)}(a)(b-a)^n) / n! + R_n(b,a)$$

โดยที่ $R_n(b,a) = \int_a^b f^{(n+1)}(t)(b-t)\,dt$

พิสูจน์

เนื่องจาก $\int_a^b f'(t).d(t) = f(t)\Big]_a^b = f(b) - f(a)$

หรือเขียนอยู่ในรูป $f(b) = f(a) + \int_a^b f'(t).dt$

เราใช้อินทิเกรตทีละส่วน (Integrate by part)

จากสูตร $\int udv = uv - \int vdu$

โดยให้ $u = f'(t)$ และ $dv = dt$

ดังนั้น $du = f''(t)dt$ และ $v = t - b$

ในที่นี้เราใช้ $-b$ เป็นตัวคงที่ของการอินทิเกรต

ดังนั้น $f(b) = f(a) + (t-b)f'(t)\Big]_a^b - \int_a^b (t - b)f''(t).dt$

หาค่า $\int_a^b (b - t)\, f''(t)dt$ โดยใช้อินทิเกรตทีละส่วนต่อไป

โดยให้ $u = f''(t)$ และ $dv = (b - t)dt$

ดังนั้น $du = f'''(t).dt$ และ $v = -(b - t)^2/2$

จึงทำให้ $f(b) = f(a) + (b - a)f'(a) - (b - t)^2 f''(t)\Big]_a^b$
$$+ \int_a^b (b - t)^2 f'''(t)dt$$
$$= f(a) + (b - a)f'(a) + (b - a)^2 f''(a)$$
$$+ \int_a^b (b - t)^2 f'''(t)dt$$

ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จะพบว่า

$$f(b) = f(a) + (b - a)\, f'(a) + (b - a)^2\, f''(a)$$
$$+ (b - a)^3\, f'''(a) + \ldots + (b - a)^n\, f^{(n)}(a)$$
$$+ (b - t)^n\, f^{(n+1)}(t)dt$$

จากทฤษฎี ถ้าเราแทน b ด้วย x เราจะได้สูตรของอันหนึ่ง

ซึ่งเราเรียกว่า ทฤษฎีของเทเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบบทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดบทที่ 1

1. จงพิจารณาว่าลำดับ $a_n = \sqrt{\{(2n)/(n+1)\}}$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้า หรือไม่ ถ้าลู่เข้าให้หาลิมิต

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $a_n = \sqrt{\{(2n)/(n+1)\}} = \sqrt{\{(2)/(1 + 1/n)\}}$

$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} \sqrt{\{(2)/(1 + 1/n)\}} = \sqrt{2}$

ดังนั้น $\sqrt{\{(2n)/(n+1)\}}$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่าของ $\sqrt{2}$ <u>Ans.</u>

2. จงพิจารณาว่าลำดับ $a_n = \sin(\pi/2 + 1/n)$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่ ถ้าลู่เข้าให้หาลิมิต

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $\sin(\pi/2 + 1/n) \leq \sin \pi/2$

และ $\lim_{n\to\infty} \sin \pi/2 = \lim_{n\to\infty} 1 = 1$ ซึ่งลู่เข้า

ดังนั้น ลำดับ $\sin(\pi/2 + 1/n)$ เป็นลำดับที่ลู่เข้า <u>Ans.</u>

3. จงพิจารณาว่าลำดับ $n\pi \cos n\pi$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $0 \leq |\pi n \cos n\pi| = n\pi|\cos n\pi| \leq n\pi$

และ $\lim_{n\to\infty} n\pi = \infty$ จึงทำให้ $\lim_{n\to\infty} n\pi \cos n\pi = \infty$

ดังนั้นจึงเป็นลำดับที่ลู่เข้า <u>Ans.</u>

4. จงทดสอบว่าลำดับ $\{(n^2 + 1)/(n^3 + 1)\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออก ถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

<u>วิธีทำ</u>

$\lim_{n\to\infty} \{(n^2 + 1)/(n^3 + 1)\} = 0$

เพราะฉนั้น $\{(n^2 + 1)/(n^3 + 1)\}$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 <u>Ans.</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จงทดสอบว่าลำดับ $\{(\ln n)/n\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออก ถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

<u>วิธีทำ</u>

$f(x) = (\ln x)/x$ ทุก ๆ ค่า $x > 2$

$\lim_{n\to\infty} (\ln n)/n = \lim_{x\to\infty} (\ln x)/x$

เราใช้กฎของโลปิตาล ช่วยหาลิมิตได้ดังนี้

$\lim_{x\to\infty} (\ln x)/x = \lim_{x\to\infty} [(1/x)]/1 = 0$

จึงสรุปได้ว่า $\lim_{n\to\infty} (\ln n)/n = 0$ <u>Ans.</u>

6. จงทดสอบว่าลำดับ $\{n(1 + (-1)^n)\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออก ถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $\{n(1 + (-1)^n)\} = 0$ เมื่อ n เป็นเลขคี่

$= 1$ เมื่อ n เป็นเลขคู่

ดังนั้นจึงเป็นลำดับที่หาลิมิตไม่ได้ จึงเป็นลำดับที่ลู่ออก <u>Ans.</u>

7. จงทดสอบว่าลำดับ $\{[(-1)^n]/n\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออก ถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

<u>วิธีทำ</u>

$\lim_{n\to\infty} [(-1)^n]/n = (-1)^n \lim_{n\to\infty} 1/n$

$= (-1)^n \cdot 0 = 0$

จึงเป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 <u>Ans.</u>

8. จงทดสอบว่าลำดับ $\{[(2n - 1)^2]/(4n^2)\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออกถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

<u>วิธีทำ</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\{[(2n - 1)^2]/(4n^2)\} = \{(4n^2 - 4n + 1)/4n^2\}$

$\lim_{n \to \infty} [4n^2 - 4n + 1]/(4n^2) = 4/4 = 1$

เพราะฉะนั้น ลำดับนี้จึงเป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 1 Ans.

9. จงทดสอบว่าลำดับ $\{(e^x - e^{-x})/\sin x\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออกถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

วิธีทำ

$\lim_{x \to \infty} (e^x - e^{-x})/\sin x = 0/0$

เราใช้กฎของ L'Hospital Rule $= \lim_{x \to \infty} f'(x)/g'(x)$

$\lim_{x \to \infty} f'(x)/g'(x) = \lim_{x \to \infty} [e^x + e^{-x}]/\cos x = 2$

จึงเป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 2 Ans.

10. จงทดสอบว่าลำดับ $\{n^2/(n + 1)\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออก ถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

วิธีทำ

$\lim_{n \to \infty} (n^2)/(n + 1) = \lim_{n \to \infty} 1/(n/n^2 + 1/n^2)$

$= \lim_{n \to \infty} 1/(1/n + 1/n^2) = \infty$

เป็นลำดับที่ไม่มีลิมิต จึงเป็นลำดับที่ลู่ออก Ans.

11. จงทดสอบว่าลำดับ $\{(1 + 2/n)^n\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออก ถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

วิธีทำ

$\lim_{n \to \infty} (1 + 2/n)^n = \lim_{n \to \infty} e^2 = e^2$

ลิมิตของลำดับเท่ากับ e^2 เพราะฉะนั้นลำดับนี้จึงลู่เข้าสู่ e^2

Ans.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. จงทดสอบว่าลำดับ $\{(0.5)^n\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออก ถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

<u>วิธีทำ</u>

$\lim_{n\to\infty} (0.5)^n = 0$

ลำดับต่อไปนี้เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 <u>Ans.</u>

13. จงพิจารณาว่าลำดับ $(10)^{n+1}/10^n$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่ ถ้าลู่เข้าให้หาลิมิต

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $a_n = (10)^{n+1}/10^n = 10$

$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (10)^{n+1}/10^n = \lim_{n\to\infty} 10$

ดังนั้น $(10)^{n+1}/10^n$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่าของ 10 <u>Ans.</u>

14. จงพิจารณาว่าลำดับ $2 + (0.1)^n$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $a_n = 2 + (0.1)^n$

$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} 2 + (0.1)^n = 2$

ดังนั้น $2 + (0.1)^n$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่าของ 2 <u>Ans.</u>

15. จงพิจารณาว่าลำดับ $8^{1/n}$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $a_n = 8^{1/n}$

$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} 8^{1/n} = 0$

ดังนั้น $8^{1/n}$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่าของ 0 <u>Ans.</u>

16. จงพิจารณาว่าลำดับ $(n^2 + 2n + 1)/(n - 1)$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = (n^2 + 2n + 1)/(n - 1)$

$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (n^2 + 2n + 1)/(n - 1)$

$= 1/0 = \infty$

ดังนั้น $(n^2 + 2n + 1)/(n - 1)$ เป็นลำดับที่ไม่ลู่เข้า Ans.

17. จงพิจารณาว่าลำดับ $\ln (1 + 1/n)^n$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = \ln (1 + 1/n)^n$

$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} \ln (1 + 1/n)^n$

$= \lim_{n\to\infty} e^1 = e$

ดังนั้น $\ln (1 + 1/n)^n$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า e Ans.

18. จงพิจารณาว่าลำดับ $\pi^3 /4^n$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = \pi^3 /4^n$

$\lim a_n = \lim \pi^3 /4^n$

$= \lim (\pi/4) = 0$

ดังนั้น $\pi^3/4^n$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 Ans.

19. จงพิจารณาว่าลำดับ $(n +1)!/n!$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = (n +1)!/n!$

$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (n +1)!/n!$

$= \lim_{n\to\infty} (n + 1) = \infty$

ดังนั้น $(n +1)!/n!$ เป็นลำดับที่ไม่ลู่เข้า Ans.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. จงพิจารณาว่าลำดับ $(1 - \cos x)/3x$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $a_n = (1 - \cos x)/3x$

$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (1 - \cos x)/3x = 0/0$

ใช้กฎของ L'Hospital ได้ว่า

$\lim_{n\to\infty} (1 - \cos x)/3x = \lim_{n\to\infty} (\sin x)/3 = 0$

ดังนั้น $(1 - \cos x)/3x$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 <u>Ans.</u>

21. จงพิจารณาว่าลำดับ $\{(-1)^n .n\}$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $\{(-1)^n .n\} = -1, 2, -3, 4, -5, 6, \ldots.$

ดังนั้น $\{(-1)^n .n\}$ เป็นลำดับที่หาลิมิตไม่ได้

จึงเป็นลำดับที่ไม่ลู่เข้า <u>Ans.</u>

22. จงทดสอบว่าลำดับ $\{(n)/2^n\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออกถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

<u>วิธีทำ</u>

$\lim_{n\to\infty} \{(n)/2^n\} = (\infty)/(\infty)$

เราใช้กฎของ L'Hospital Rule $= \lim_{n\to\infty} f'(x)/g'(x)$

$\lim_{n\to\infty} \{(n)/2^n\} = \lim_{n\to\infty} 1/(2^n \ln 2) = 0$

ดังนั้น $\{ n/2^n\}$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 <u>Ans.</u>

23. จงทดสอบว่าลำดับ $\{(1/n)\sin (n)/2\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออกถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

<u>วิธีทำ</u>

$\lim_{n\to\infty} (1/n)\sin (n)/2 = \lim_{n\to\infty} (1/n) . \lim_{n\to\infty} \sin (n)/2$

$= 0 . \lim_{n\to\infty} (n)/2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $\{(n)/2\}$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 Ans.

24. จงทดสอบว่าลำดับ $\{(n)/2^n\}$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออกถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

วิธีทำ

$$\lim_{n\to\infty} \{(n)/2^n\} = ?$$

เราใช้กฎของ L'Hospital Rule $= \lim_{n\to\infty} f'(x)/g'(x)$

$$\lim_{n\to\infty} \{(n)/2^n\} = \lim_{n\to\infty} 1/(2^n \ln 2) = 0$$

ดังนั้น $\{n/2^n\}$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 Ans.

25. จงทดสอบว่าลำดับ $(3^n)/n^3$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออกถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = (3^n)/n^3$, $\lim a_n = (\infty)/(\infty)$

เราใช้กฎของ L'Hospital Rule $= \lim_{x\to\infty} f'(x)/g'(x)$

$$\lim_{n\to\infty} (3^n)/n^3 = \lim_{n\to\infty} (3^n \ln 3)/(3n^2) = \infty$$

ดังนั้นจึงเป็นลำดับที่ไม่ลู่เข้า Ans.

26. จงทดสอบว่าลำดับ $(\ln(n+1))/(n+1)$ นี้ เป็นลำดับลู่เข้าหรือลู่ออกถ้าลู่เข้าจะลู่เข้าสู่ค่าอะไร

วิธีทำ

$f(x) = (\ln(x+1))/(X+1)$ มีความหมายทุก ๆ ค่า $x > 1$

เนื่องจาก $a_n = (\ln(n+1))/(n+1)$, $\lim_{n\to\infty} a_n = (\infty)/(\infty)$

เราใช้กฎของ L'Hospital Rule $= \lim f'(x)/g'(x)$

$$\lim_{n\to\infty} (\ln(n+1))/(n+1) = \lim_{n\to\infty} 0/1 = 0$$

ดังนั้นลำดับ $(\ln(n+1))/(n+1)$ จึงเป็นลำดับที่ลู่เข้า Ans.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27. จงพิจารณาว่าลำดับ $(1 - 2^n)/2^n$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = (1 - 2^n)/2^n$

$$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (1 - 2^n)/2^n = -1$$

เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า -1 Ans.

28. จงพิจารณาว่าลำดับ $(n^2 - 1)/(2n^2 + 1)$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = (n^2 - 1)/(2n^2 + 1)$

$$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (n^2 - 1)/(2n^2 + 1) = 1/2$$

เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 1/2 Ans.

29. จงพิจารณาว่าลำดับ $(1 + \ln n)/n$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = (1 + \ln n)/n$

$$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (1 + \ln n)/n = 0$$

ดังนั้น $(1 + \ln n)/n$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 0 Ans.

30. จงพิจารณาว่าลำดับ $(0.03)^{1/n}$ นี้ว่าเป็นลำดับที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $a_n = (0.03)^{1/n}$

$$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} (0.03)^{1/n} = 1$$

ดังนั้น $(0.03)^{1/n}$ เป็นลำดับที่ลู่เข้าสู่ค่า 1 Ans.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบบทที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึดหัดที่ 2

1. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 5/2^n$ นี้ และหาผลบวกของอนุกรม

วิธีทำ

$$\sum 5/2^n = 5 + 5/2 + 5/2^2 + 5/2^3 + \ldots + 5/2^n$$

เพราะว่า $a_n = 5/2^n$

ให้ $s_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$

$= 5 + 5/2 + 5/4 + \ldots + 5/2^n$

$= 5(1 + 1/2 + 1/3 + \ldots + 1/2^n)$

เนื่องจากอนุกรมนี้เป็นอนุกรมเรขาคณิต ที่ $r = 1/2$; $|r| < 1$

ดังนั้น ผลบวก $= a/(1-r) = 5/(1-1/2) = 10$

เพราะฉะนั้น ผลบวกของอนุกรมเท่ากับ 10 **Ans.**

2. จงพิจารณาอนุกรม $\sum\{(5/2^n) - (1/3^n)\}$ นี้ และหาผลบวกของอนุกรม

วิธีทำ

$$\sum\{(5/2^n) - (1/3^n)\} = (5 - 1) + (5/2 - 1/3) + (5/4 - 1/9) + \ldots\ldots + (5/2^n - 1/3^n) + \ldots\ldots$$

$$= (5 + 5/2 + 5/4 + \ldots + 5/2^n) - (1 + 1/3 + 1/9 + \ldots + 1/3^n$$

จาก $\sum a_n - \sum b_n = a_n - b_n = a_n + (-1)\, b_n$

$\sum a_n = 5 + 5/2 + 5/4 + \ldots + 5/2^n + \ldots$

เป็นอนุกรมเรขาคณิต ที่ $r = 1/2$; $a = 5$

ผลบวกของอนุกรม $= a/(1 - r) = 5/(1 - 1/2) = 10$

เพราะฉะนั้น เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

$\sum b_n = 1 + 1/3 + 1/9 + \ldots + 1/3^n + \ldots\ldots$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอนุกรมเรขาคณิต ที่ $r = 1/3$, $a = 1$

ผลบวกของอนุกรม $= a/(1 - r)$

$= 1/(1 - 1/3) = 2/3$

เพราะฉนั้น เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

ดังนั้น $\sum(5/2^n - 1/3^n) = a_n + b_n = 10 + 2/3$

$= 32/3$ Ans.

3. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 2^n/5^n$ นี้ และหาผลบวกของอนุกรม

วิธีทำ

$\sum 2^n/5^n = 1 + 2/5 + 4/25 + 8/125 + ... + 2^n/5^n$

เป็นอนุกรมเรขาคณิต ที่ $r = 2/5$, $a = 1$

ผลบวกของอนุกรม $= 1/(1 - 2/5) = 5/3$ Ans.

4. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 15(2/7)^n$ นี้ และหาผลบวกของอนุกรม

วิธีทำ

$\sum 15(2/7)^n = 15 + 15(2/7) + 15(2/7)^2 + ... + 15(2/7)^n$

$r = 2/7$, $|r| < 1$ เป็นอนุกรมเรขาคณิต , $a = 15$

ผลบวกของอนุกรม $= a/(1 - r) = 15/(1 - 2/7) = 21$ Ans.

5. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 3^n/(5^{n+2})$ นี้ และหาผลบวกของอนุกรม

วิธีทำ

$\sum 3^n/(5^{n+2}) = 1/25 + 3/125 + ... + 3^n/5^{n+2}$

$r = 3/5$; $|r| < 1$ เป็นอนุกรมเรขาคณิต $a = 1/25$

ผลบวกของอนุกรม $= a/(1 - r) = 1/10$ Ans.

6. จงพิจารณาอนุกรม $1/(2.3) + 1/(3.4) + ... + 1/(n+1)(n+2) + ...$ นี้ และหาผลบวกของอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$$\sum a_n = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \ldots\ldots + a_n + \ldots\ldots$$

$$a_n = 1/(n+1)(n+2) = 1/(n+1) + 1/(n+2)$$

ให้ $S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$

$$= 1/(2.3) + 1/(3.4) + 1/(4.5) + \ldots + 1/(n+1)(n+2)$$

$$= (1/2 - 1/3) + (1/3 - 1/4) + (1/4 - 1/5) + (1/5 - 1/6) + \ldots + [(1/n+1) - (1/n+2)]$$

$$= 1/2 - 1/(n+2) \quad \text{ทุก ๆ ค่า } n \geq 1$$

ดังนั้น $\lim_{n\to\infty} S_n = \lim_{n\to\infty} (1/2) - (1/(n+2) = 1/2$ **Ans.**

7. จงพิจารณาอนุกรม $\ln 1/2 + \ln 2/3 + \ln 3/4 + \ldots + \ln (n/n+1) + \ldots$ นี้ และหาผลบวกของอนุกรม

วิธีทำ

$$\sum a_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n + \ldots$$

$$= \ln 1/2 + \ln 2/3 + \ldots + \ln (n/n+1) + \ldots$$

เพราะฉะนั้น $a_n = \ln (n/n+1) = \ln n - \ln (n+1)$

ให้ $S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$

$$= \ln 1/2 + \ln 2/3 + \ln 3/4 + \ldots + \ln n/(n+1)$$

$$= (\ln 1 - \ln 2) + (\ln 2 - \ln 3) + \ldots\ldots\ldots + (\ln n - \ln (n+1))$$

$$S_n = \ln 1 - \ln (n+1) = - \ln (n+1)$$

$$\lim_{n\to\infty} S_n = \lim_{n\to\infty} (- \ln (n+1))$$

$= \infty$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า **Ans.**

8. จงพิจารณาอนุกรม $\sum e^{-n}$ นี้ และหาผลบวกของอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

เพราะว่า $a_n = e^{-n}$

$\sum e^{-n} = 1 + 1/e + 1/e^2 + ...$

เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ลู่เข้า , $r = 1/e$, $|r| < 1$

ผลบวก $= a/(1-r) = 1/(1-1/e) = e/(1-e)$ **Ans.**

9. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 1/n^{0.9}$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

ให้ $f(x) = 1/x^{0.9}$

ดังนั้น $f(n) = 1/n^{0.9} = a_n$ ทุก ๆ ค่า n

$f'(x) = -0.9x^{-0.1}/x^{1.8} = -0.9/x^{1.9} < 0$

ทุก ๆ ค่า $x \geq 1$ ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันลดที่ต่อเนื่องบนช่วง $[1,\infty]$

และ $\int 1/x^{0.9}\,dx = \lim_{x\to\infty} \int dx/x^{0.9}$

$= \lim_{n\to\infty} [\, n^{0.1}/1.9 - 1/1.9]$

$= \infty$

$\sum 1/n^{0.9}$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า **Ans.**

10. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 1/(n^2 + 3)$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $1/(n^2 + 3) < 1/n^2$ ทุก ๆ ค่า n

แต่ $\sum 1/n^2$ เป็นอนุกรมบวก P ที่ลู่เข้า เพราะ $P = 2$

ดังนั้น $\sum 1/(n^2 + 3)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าด้วย **Ans.**

11. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 1/n^{0.9}$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

ให้ $f(x) = 1/x^{0.9}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $f(n) = 1/n^{0.9} = a_n$ ทุก ๆ ค่า n

$f'(x) = -0.9x^{-0.1}/x^{1.8} = -0.9/x^{1.9} < 0$

ทุก ๆ ค่า $x \geq 1$ ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันลดที่ต่อเนื่องบนช่วง $[1,\infty]$

และ $\int 1/x^{0.9}\,dx = \lim_{x\to\infty} \int dx/x^{0.9}$

$= \lim_{x\to\infty} [\, n^{0.1}/1.9 - 1/1.9]$

$= \infty$

$\sum 1/n^{0.9}$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า **Ans.**

12. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 3^k/k!$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

$a_n = 3^k$; $a_{n+1} = 3^{k+1}/(k+1)!$

$\lim_{n\to\infty} a_{n+1/a}n = \lim_{k\to\infty} (3^{k+1}.k!)/3^k(k+1)!$

$= \lim_{k\to\infty} (3k!)/(k+1)!$

$= \lim_{k\to\infty} 3/(k+1) = 3 \lim_{k\to\infty} 1/(1+k)$

$= 3.(0) = 0 < 1$ **Ans.**

13. จงพิจารณาอนุกรม $\sum[(3n + 2)/(2n - 1)]^n$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

$a_n = [(3n + 2)/(2n - 1)]^n$

$\sqrt[n]{a_n} = (3n + 2)/(2n - 1) = (3 + 2/n)/(2 - 1/n)$

เพราะว่า $\lim \sqrt[n]{a_n} = \lim_{n\to\infty} (3 + 2/n)/(2 - 1/n)$

$= 3/2$

$\sum [(3n + 2)/(2n - 1)]^n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า **Ans.**

14. จงพิจารณาอนุกรม $\sum(4k^2 - 2k + 6)/(8k^{7 + k - 8})$ นี้เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

$$a_n = [k^2(4 - 2/k + 6/k^2)]/[k^7(8 + 1/k^6 - 8/k^7)$$

$$= (4 - 2/k + 6/k^2)/[k^5(8 + 1/k^6 - 8/k^7)]$$

ให้ $b_n = 1/k^5$ ดังนั้น $\sum 1/k^5$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

และ $\lim_{n\to\infty} a_n/b_n = \lim_{n\to\infty} (4 - 2/k + 6/k^2)/(8 + 1/k^6 - 8/k^7)$

$= 4/8 = 1/2 \quad 0$

ดังนั้น $\sum(4k^2 - 2k + 6)/(8k^7 + k - 8)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

<u>Ans.</u>

15. จงพิจารณาอนุกรม $\sum(n + 2)/[(n +1)\sqrt{n}]$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจาก $(n + 2)/[(n +1)\sqrt{n}] = (n + 2)/(n^{3/2} + \sqrt{n})$

$= n/(n^{3/2} + \sqrt{n}) + 2/(n^{3/2} + \sqrt{n}) > 1/\sqrt{n}$ ทุก ๆ ค่า ≥ 1

แต่ $1/\sqrt{n}$ เป็นอนุกรมแบบ p ที่ไม่ลู่เข้า เพราะ $p = 1/2$

ดังนั้น $\sum(n + 2)/[(n +1)\sqrt{n}]$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า <u>Ans.</u>

16. จงพิจารณาอนุกรม $\sum(5n + 1)/(n + 2)n^2$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

$$a_n = (5n + 1)/(n +2)n^2 = n(5 + 1/n)/[n^3(1 + 2/n)]$$

$$= (5 + 1/n)/n^2(1 + 2/n)$$

ให้ $b_n = 1/n^2$ ดังนั้น $\sum 1/n^2$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

และ $\lim_{n\to\infty} a_n/b_n = \lim_{n\to\infty} (5 + 1/n)/(1 + 2/n) = 5 \neq 0$

ดังนั้น $\sum(5n + 1)/(n +2)n^2$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า <u>Ans.</u>

17. จงพิจารณาอนุกรม $\sum(n!)/n^3$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$$a_n = n!/n^3 \quad ; \quad a_{n+1} = (n+1)!/(n+1)^3$$

$$\lim_{n\to\infty} a_{n+1}/a_n = \lim_{n\to\infty} (n+1)/(n+1)^3$$

$$= \lim_{n\to\infty} (n+1)n^3/(n+1)^3$$

$$= \lim_{n\to\infty} n^3/(n+1)^2 = \infty$$

เพราะฉนั้น $\sum n!/n^3$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า **Ans.**

18. จงพิจารณาอนุกรม $\sum n/5^n$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$$a_n = n/5^n \quad , \quad \sqrt[n]{a_n} = \sqrt[n]{n}/5^n$$

เพราะว่า $\lim_{n\to\infty} \sqrt[n]{a_n} = \lim_{n\to\infty} \sqrt[n]{(n)}/5 = 1/5$

เพราะฉนั้น $\sum n/5^n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า **Ans.**

19. จงพิจารณาอนุกรม $\sum (n-1)/n^2$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$$a_n = (n-1)/n^2 \quad \text{ให้} \quad b_n = 1/n$$

$$\lim a_n/b_n = \lim_{n\to\infty} [n(n-1)]/n^2 = \lim_{n\to\infty} (1 - 1/n^2)$$

เนื่องจาก $b_n = 1/n$ เป็นอนุกรมฮาร์โมนิก ซึ่งลู่ออก

ดังนั้น $\sum (n-1)/n^2$ จึงเป็นอนุกรมลู่ออกด้วย **Ans.**

20. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 1/n \ln n$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

ให้ $f(x) = 1/(x \ln x)$ ดังนั้น $f(n) = 1/(n \ln n)$

ทุก ๆ ค่า n

$$f'(x) = -(x \ln x)' = -[1 + \ln x]$$

$$= -1 - \ln x < 0 \quad \text{ทุก ๆ ค่า} \quad x \geq 1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $f(x)$ เป็นฟังก์ชันลดลงที่ต่อเนื่องบน $[2,\infty)$ และ

$$\int(1/x \ln x).\, dx = \lim_{n\to\infty} \int dx/(x \ln x)$$

$$= \lim_{n\to\infty} [\ln(\ln n) - \ln(\ln 2)] = \infty$$

เพราะฉนั้น $\sum 1/(n \ln n)$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า **Ans.**

21. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 1/n^{0.001}$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$$\sum 1/n^{0.001} = 1/1^{0.001} + 1/2^{0.001} + \ldots + 1/n^{0.001} + \ldots$$

เพราะว่า $p = 0.001 < 1$ เพราะฉนั้น $\sum 1/n^{0.001}$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า **Ans.**

22. จงพิจารณาอนุกรม $\sum n^2 e^{-n}$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$$a_n = n^2 e^{-n}, \quad \sqrt[n]{a_n} = n^{2/n} e^{-1}$$

$$\lim \sqrt[n]{a_n} = \lim (n\sqrt{n})^2/e = 1/e < 1$$

ดังนั้น $\sum n^2 e^{-n}$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า **Ans.**

23. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 2/(n^4 + n)$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เนื่องจาก $2/(n^4 + n) < 1/n^4$ ทุก ๆ ค่า n

แต่เนื่องจาก $1/3^n$ เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ลู่เข้า

เพราะว่า $r = 1/3$ ดังนั้น $\sum 1/3^{n+5}$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า **Ans.**

24. จงพิจารณาอนุกรม $\sum \sin^3 1/n$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$a_n = \sin^3 1/n$ ให้ $b_n = 1/n^3$

$\lim_{n\to\infty} a_n/b_n = \lim_{n\to\infty} [\sin 1/n]^3/[1/n] = 1$

เนื่องจาก $\sum b_n$ เป็นอนุกรมฮาร์โมนิกอันดับ 3 ซึ่งลู่เข้า

ดังนั้น $\sum \sin^3 1/n$ จึงเป็นอนุกรมลู่เข้าด้วย Ans.

25. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 1/(n^2+1)$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

ให้ $f(x) = 1/(x^2+1)$ ดังนั้น $f(n) = 1/(n^2+1) = a_n$

ทุก ๆ ค่า n

$f'(x) = -2x/(x^2+1)^2 < 0$ ทุก ๆ ค่า $x \geq 1$

ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันลดที่ต่อเนื่องบนช่วง [1,] และ

$\int 1/(x^2+1)\,dx = \lim_{x\to\infty} \int dx/(x^2+1)$

$= \lim_{x\to\infty} [\tan^{-1}(n) - \tan^{-1}(1)] = /4$

เพราะฉะนั้น $\sum 1/(n^2+1)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า Ans.

26. จงพิจารณาอนุกรม $\sum 1/n^3$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$\sum 1/n^3 = 1/1^3 + 1/2^3 + 1/3^3 \ldots + 1/n^3 + \ldots$, ซึ่ง $P = 3$

เพราะฉะนั้น $\sum 1/n^3$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า Ans.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบบทที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดบทที่ 3

1. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\,(1/n^2)$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

$$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\,(1/n^2) = 1 - 1/4 + 1/9 - + \ldots\ldots\ldots$$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่า $|a_n| = 1/n^2 > 0$ ทุก ๆ ค่า n

โดยที่ $\lim_{n\to\infty} 1/n^2 = 0$ และ $1/n^2 < 1/(n+2)^2$ ทุก ๆ ค่า n

<u>Ans.</u>

2. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\,(1/\ln n)$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

$$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\,(1/\ln n) = (1/\ln 1) + (1/\ln 2) + \ldots\ldots$$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่า $|a_n| = 1/\ln n > 0$

โดยที่ $\lim_{n\to\infty} 1/\ln n = 0$ และ $1/\ln n < 1/\ln (n+1)$

ทุก ๆ ค่า n <u>Ans.</u>

3. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

<u>วิธีทำ</u>

$$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1} = 1 - 1 + 1 - + \ldots\ldots\ldots$$

เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า เพราะว่า $a_n = 1 > 0$

โดยที่ $\lim_{n\to\infty} 1 \neq 0$ จึงเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า <u>Ans.</u>

4. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\,(10^n)/(n^{10})$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (10^n)/(n^{10}) \quad = \quad 10 - (10^2)/(2^{10}) + - \ .....$$

เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า เพราะว่า $|a_n| = (10^n)/(n^{10}) > 0$

โดยที่ $\lim_{n\to\infty} (10^n)/(n^{10}) \neq 0$ จึงเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า **Ans.**

5. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (\sqrt{n}+1)/(n+1)$ นี้เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (\sqrt{n}+1)/(n+1) \quad = \quad 1 - (1+\sqrt{2})/3 - + \ ....$$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่า $|a_n| = (\sqrt{n}+1)/(n+1) > 0$

โดยที่ $\lim_{n\to\infty} (\sqrt{n}+1)/(n+1) = 0$ และ

$(\sqrt{n}+1)/(n+1) < (\sqrt{(n+1)}+1)/(n+2)$ ทุก ๆ ค่า n **Ans.**

6. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (\ln n)/n$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่า $|a_n| = (\ln n)/n > 0$ ทุก ๆ ค่า n

โดยที่ $\lim (\ln n)/n = 0$ และ

$(\ln n)/n < (\ln n)/n$ ทุก ๆ ค่า n **Ans.**

7. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ e^{-n}$ นี้ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ e^{-n}$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

เพราะว่า $|a_n| = e^{-n} > 0$ ทุก ๆ ค่า n

โดยที่ $\lim_{n\to\infty} e^{-n} = 0$ **Ans.**

8. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (1/2n+1)$ นี้เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (1/2n+1) = (1/3) - (1/5) + (1/79 - + \ldots.$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่า $|a_n| = (1/2n+1) > 0$

ทุก ๆ ค่า n โดยที่ $\lim_{n\to\infty}\ (-1)^{n+1}\ (1/2n+1) = 0$

และ $(1/2n+1) < (1/2n+3)$ ทุก ๆ ค่า n **Ans.**

9. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (n+4)/(n^2+n)$ นี้เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (n+4)/(n^2+n)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

เพราะว่า $a_n = (-1)^{n+1}\ (n+4)/(n^2+n) > 0$ ทุก ๆ ค่า n

โดยที่ $\lim_{n\to\infty}\ (n+4)/(n^2+n) = 0$ **Ans.**

10. จงพิจารณาว่าอนุกรมสลับ $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (n+1)/(3n+1)$ นี้เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าหรือไม่

วิธีทำ

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (n+1)/(3n+1) = 1/2 - 3/7 + \ldots\ldots$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่า $|a_n| = (n+1)/(3n+1) > 0$

โดยที่ $\lim_{n\to\infty}\ (n+1)/(3n+1) \neq 0$ **Ans.**

11. จงพิจารณาว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (0.1)^n$ นี้ ว่าอนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ และ อนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

วิธีทำ

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (0.1)^n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ เพราะว่า

$a_n = (-1)^{n+1}\ (0.1)^n$ ดังนั้น $|a_n| = 0.1^n$

ซึ่งเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่าเป็นอนุกรมเรขาคณิต ที่ $|r| < 1$

Ans

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. จงพิจารณาว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ 1/\sqrt{(n)}$ นี้ ว่าอนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ และ อนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

<u>วิธีทำ</u>

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ 1/\sqrt{(n)}$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ เพราะว่า $a_n = (-1)^{n+1}\ 1/\sqrt{(n)}$ ดังนั้น $|a_n| = 1/(n)$ ซึ่งเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า เพราะว่าเป็นอนุกรมแบบ p ซึ่ง p = 1/2

<u>Ans.</u>

13. จงพิจารณาว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (n)/(n^3+1)$ นี้ ว่าอนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ และ อนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

<u>วิธีทำ</u>

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (n)/(n^3+1)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ เพราะว่า $a_n = (-1)^{n+1}\ (n)/(n^3+1)$ ดังนั้น $|a_n| = (n)/(n^3+1)$ ซึ่งเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า เพราะว่าใช้การทดสอบแบบ Ratio test

<u>Ans.</u>

14. จงพิจารณาว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (n!)/(2^n)$ นี้ ว่าอนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ และ อนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

<u>วิธีทำ</u>

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (n!)/(2^n)$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ เพราะว่า $a_n = (n!)/(2^n)$ ดังนั้น $|a_n| = (n!)/(2^n)$ ซึ่งเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า เพราะว่า ใช้การทดสอบแบบ Ratio test

<u>Ans.</u>

15. จงพิจารณาว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (1+n)/(n^2)$ นี้ ว่าอนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ และ อนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$a_n = (-1)^{n+1}\ (1+n)/(n^2)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

ดังนั้น $|a_n| = (1+n)/(n^2)$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (1+n)/(n^2)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข Ans.

16. จงพิจารณาว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (3^n)/(n^2)$ นี้ ว่าอนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ และ อนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

วิธีทำ

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (3^n)/(n^2)$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์

เพราะว่า $a_n = (-1)^{n+1}\ (3^n)/(n^2)$

ดังนั้น $|a_n| = (3^n)/(n^2)$

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (3^n)/(n^2)$ ซึ่งเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า Ans.

17. จงพิจารณาว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (1/3n)$ นี้ ว่าอนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ และ อนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

วิธีทำ

$a_n = (-1)^{n+1}\ (1/3n)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

ดังนั้น $|a_n| = (1/3n)$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า Ans.

18. จงพิจารณาว่า อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (1/n!)$ นี้ ว่าอนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ และ อนุกรมใดที่ลู่เข้าอย่างมีเงื่อนไข

วิธีทำ

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\ (1/n!)$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าอย่างสัมบูรณ์ เพราะว่า

$a_n = (-1)^{n+1}\ (1/n!)$ ดังนั้น

$|a_n| = (1/n!)$ ซึ่งเป็นอนุกรมที่ลู่เข้า Ans.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดบทที่ 4

1. จงหาช่วงแห่งการลู่เข้า ของอนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty}(x^n)/n$

<u>วิธีทำ</u>

เพราะว่า $a_n = (x^n)/n$ ดังนั้น $a_{n+1} = (x^{n+1})/n+1$

พิจารณา $\lim_{n\to\infty} |a_{n+1}/a_n| = \lim_{n\to\infty} |(n/n+1)(x^{n+1})/(x^n)|$

$= \lim |(n/n+1)x|$

$= |x|$

ถ้า $|x| < 1$ นั่นคือ $-1 < x < 1$

จะทำให้ $\sum_{n=1}^{\infty}(x^n)/n$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

ถ้า $|x| = 1$ นั่นคือ $x = 1$

การทดสอบแบบอัตราส่วนสรุปอะไรไม่ได้เราต้องใช้วิธีอื่นมาทดสอบ

เมื่อ $x = 1$ อนุกรมจะมีรูปเป็น

$\sum_{n=1}^{\infty}(1/n)^n = 1 + 1/2 + 1/3 + \ldots + 1/n + \ldots.$

ซึ่งเป็นอนุกรมแบบ p ที่ไม่ลู่เข้า เพราะว่า $p = 1$

เมื่อ $x = -1$ อนุกรมจะมีรูปเป็น

$\sum_{n=1}^{\infty}(-1/n)^n = -(1 + 1/2 + 1/3 + \ldots + 1/n + \ldots..)$

ซึ่งเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าโดยกฎของ Leibniz

ดังนั้น $\sum_{n=1}^{\infty}(x^n)/n$ จะเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าเมื่อ $-1 \leq x < 1$

แสดงว่าช่วงแห่งการลู่เข้า คือ $[-1, 1)$ <u>Ans</u>

2. จงหาช่วงแห่งการลู่เข้า ของอนุกรม

$x + (x^3)/3 + (x^5)/5 + (x^7)/7 + \ldots.. + (x^{2n-1})/(2n-1) + \ldots$

<u>วิธีทำ</u>

เพราะว่า $a_n = (x^{2n-1})/2n-1$ ดังนั้น $a_{n+1} = (x^{2n+1})/2n+1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณา $\lim_{n\to\infty} |(a_{n+1})/a_n| = \lim_{n\to\infty} |(2n-1/2n+1)x^2)|$

$= |x^2|$

$= x^2$

ถ้า $x^2 < 1$ นั่นคือ $-1 < x < 1$

จะทำให้ อนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} (x^{2n-1})/2n-1$ เป็นอนุกรมที่ลู่เข้า

ถ้า $x^2 = 1$ นั่นคือ $x = 1$

การทดสอบแบบอัตราส่วนสรุปอะไรไม่ได้ เราต้องใช้วิธีทดสอบแบบอื่น

เมื่อ $x = 1$ อนุกรมจะมีรูปเป็น

$\sum_{n=1}^{\infty} (1^{2n-1})/2n-1 = 1 + 1/3 + 1/5 + 1/7 + \ldots + 1/2n-1 + \ldots$

ซึ่งจะทดสอบโดยใช้ การทดสอบแบบลิมิต โดยให้

$b_n = 1/n$ ดังนั้น $1/n$ เป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้า

และ $\lim_{n\to\infty} a_n/b_n = \lim_{n\to\infty} n/(2n-1) = 1/2 \neq 0$

ดังนั้น $x = 1$ ทำให้อนุกรมไม่ลู่เข้า

เมื่อ $x = 1$ อนุกรมจะมีรูปเป็น

$\sum_{n=1}^{\infty} (1^{2n-1})/2n-1 = -1 - 1/3 - 1/5 - 1/7 - \ldots$

$= -1(1 + 1/3 + 1/5 + \ldots)$

ซึ่งเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าอีกเช่นกัน

ดังนั้น

$\sum_{n=1}^{\infty} (x^{2n-1})/2n-1 = -1 - 1/3 - 1/5 - 1/7 - \ldots$

เป็นอนุกรมที่ลู่เข้าเมื่อ $-1 < x < 1$ แสดงว่าช่วงแห่งการลู่เข้า คือ $(-1, 1)$

Ans

3. จงหาช่วงแห่งการลู่เข้า ของอนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} (\cos^n x)/n!$

<u>วิธีทำ</u>

$\lim_{n\to\infty} |(a_{n+1})/a_n| = \lim_{n\to\infty} |(\cos x)/n+1|$

$= 0 < 1$ ทุก ๆ ค่า x ที่เป็นจำนวนจริง

ดังนั้นช่วงแห่งการลู่เข้า คือ $(-\infty, \infty)$ Ans

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จงหาช่วงแห่งการลู่เข้า ของอนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} (n!)/(\cos^n x)$

<u>วิธีทำ</u>

$$\lim_{n\to\infty} |(a_{n+1})/(a_n)| = \lim_{n\to\infty} |(n+1)(x-1)|$$

$$= \begin{cases} 0 & \text{เมื่อ } x = 1 \\ \infty & \text{เมื่อ } x \neq 1 \end{cases}$$

ดังนั้นมีค่า x เพียงค่าเดียวเท่านั้นที่ทำให้อนุกรมลู่เข้า คือ $x = 1$ <u>Ans</u>

5 จงหาช่วงแห่งการลู่เข้า ของอนุกรม $\sum_{n=1}^{\infty} (1/n)(-3)^n (x-2)^n$

<u>วิธีทำ</u>

$$a_n = (1/n)(-3)^n (x-2)^n$$

ดังนั้น $a_{n+1} = (1/n+1)(-3)^{n+1} (x-2)^n$

พิจารณา $\lim_{n\to\infty} |(a_{n+1})/a_n| = \lim_{n\to\infty} |(-3)(x-2)(n/n+1)|$

$$= 3\,|x-2|$$

ถ้า $3\,|x-2| < 1$ นั่นคือ $(-1/3) < x-2 < (1/3)$

หรือ $5/3 < x < 7/3$ อนุกรมจะลู่เข้า

ถ้า $3\,|x-2| = 1$ นั้นคือ $x = 5/3$ หรือ $7/3$

การทดสอบแบบอัตราส่วนสรุปอะไรไม่ได้

เมื่อ $x = 5/3$ อนุกรมจะมีรูปเป็น

$\sum [(-3)^n (5/3 - 2)^n]/n = 1/n = 1 + 1/2 + 1/3 + \ldots$

ซึ่งเป็นอนุกรมแบบ p ที่ไม่ลู่เข้า เพราะว่า $p = 1$

เมื่อ $x = 7/3$ อนุกรมจะมีรูปเป็น

$\sum [(-3)^n (7/3 - 2)^n]/n = -(1 + 1/2 + 1/3 + \ldots)$

ซึ่งเป็นอนุกรมที่ไม่ลู่เข้าโดยกฎของ Leibniz

ดังนั้น

$\sum (1/n)(-3)^n (x-2)^n$ จะเป็นอนุกรมที่ลู่เข้าเมื่อ $5/3 < x \leq 7/3$

แสดงว่าช่วงแห่งการลู่เข้า คือ $(5/3, 7/3]$ <u>Ans</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบบทที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดบทที่ 5

1. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $f(x) = e^{-2x}$

วิธีทำ

$f(x)$	$=$	e^{-2x}	$f(0)$	$=$	1
$f'(x)$	$=$	$-2(e)^{-2x}$	$f'(0)$	$=$	-2
$f''(x)$	$=$	$4(e)^{-2x}$	$f''(0)$	$=$	4
$f'''(x)$	$=$	$-8(e^{-2x})$	$f'''(0)$	$=$	-8

:

:

เนื่องจากอนุกรมของแมคลอริน มีรูปดังนี้

$f(x) + f'(x)x + f''(x)x^2/2! + f'''(x)x^3/3! + \ldots\ldots\ldots$

จึงได้ว่า $1 - 2x + (4/2!)x^2 - (8/3!)x^3 + \ldots\ldots\ldots$ **Ans.**

2. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $f(x) = 2\cos 2x$

วิธีทำ

$f(x)$	$=$	$2\cos 2x$	$f(0)$	$=$	2
$f'(x)$	$=$	$-4\sin 2x$	$f'(0)$	$=$	0
$f''(x)$	$=$	$-8\cos 2x$	$f''(0)$	$=$	-8
$f'''(x)$	$=$	$16\sin 2x$	$f'''(0)$	$=$	0
$f''''(x)$	$=$	$32\cos 2x$	$f''''(0)$	$=$	32

:

:

เนื่องจากอนุกรมของแมคลอริน มีรูปดังนี้

$f(x) + f'(x)x + f''(x)x^2/2! + f'''(x)x^3/3! + \ldots\ldots\ldots$

จึงได้ว่า $2 + 0x - 8x^2 + 0x^3 + 32x^4 + \ldots\ldots\ldots\ldots$

หรือ $2 - 8x^2 + 32x^4 + \ldots\ldots\ldots\ldots$ **Ans.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $f(x) = \sin 2x$

วิธีทำ

$f(x)$	=	$\sin 2x$	$f(0)$	=	0
$f'(x)$	=	$2\cos 2x$	$f'(0)$	=	2
$f''(x)$	=	$-4\sin 2x$	$f''(0)$	=	0
$f'''(x)$	=	$-8\cos 2x$	$f'''(0)$	=	-8
$f''''(x)$	=	$16\sin 2x$	$f''''(0)$	=	0
$f'''''(x)$	=	$32\cos 2x$	$f'''''(0)$	=	32

:

:

เนื่องจากอนุกรมของแมคลอริน มีรูปดังนี้

$$f(x) + f'(x)x + f''(x)x^2/2! + f'''(x)x^3/3! + \ldots\ldots\ldots$$

จึงได้ว่า

$$2x - (8/3!)\,x^3 + (32/5!)\,x^5 + \ldots\ldots\ldots$$ Ans.

4. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $f(x) = x^4 + x - 3$

วิธีทำ

$f(x)$	=	$x^4 + x - 3$	$f(0)$	=	-3
$f'(x)$	=	$4x^3 + 1$	$f'(0)$	=	1
$f''(x)$	=	$12x^2$	$f''(0)$	=	0
$f'''(x)$	=	$24x$	$f'''(0)$	=	0
$f''''(x)$	=	24	$f''''(0)$	=	0

เนื่องจากอนุกรมของแมคลอริน มีรูปดังนี้

$$f(x) + f'(x)x + f''(x)x^2/2! + f'''(x)x^3/3! + \ldots\ldots\ldots$$

จึงได้ว่า $-3 + 1x$ Ans.

5. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $f(x) = \sin x$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$$f(x) = \sin \pi x \qquad f(0) = 0$$
$$f'(x) = (\pi)\cos \pi x \qquad f'(0) = (\pi)$$
$$f''(x) = -(\pi)^2 \sin \pi x \qquad f''(0) = 0$$
$$f'''(x) = -(\pi)^3 \cos \pi x \qquad f'''(0) = -(\pi)^3$$
$$f''''(x) = (\pi)^4 \sin \pi x \qquad f''''(0) = 0$$
$$f'''''(x) = (\pi)^5 \cos \pi x \qquad f'''''(0) = (\pi)^5$$

:

:

เนื่องจากอนุกรมของแมคลอริน มีรูปดังนี้

$$f(x) + f'(x)x + f''(x)x^2/2! + f'''(x)x^3/3! + \ldots\ldots\ldots$$

จึงได้ว่า

$$(\ )\ x - (\pi)^3 (x^3)/3! + (\pi)^5 (x^5)/5! + \ldots\ldots\ldots$$ **Ans.**

6. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $f(x) = \cos \pi x$

วิธีทำ

$$f(x) = \cos \pi x \qquad f(0) = 1$$
$$f'(x) = -(\pi)\sin \pi x \qquad f'(0) = 0$$
$$f''(x) = -(\pi)^2 \cos \pi x \qquad f''(0) = -(\pi)^2$$
$$f'''(x) = (\pi)^3 \sin \pi x \qquad f'''(0) = 0$$
$$f''''(x) = (\pi)^4 \cos \pi x \qquad f''''(0) = (\pi)^4$$
$$f'''''(x) = -(\pi)^5 \sin \pi x \qquad f'''''(0) = 0$$
$$f''''''(x) = -(\pi)^6 \cos \pi x \qquad f''''''(0) = -(\pi)^6$$

:

:

เนื่องจากอนุกรมของแมคลอริน มีรูปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$f(x) + f'(x)x + f''(x)x^2/2! + f'''(x)x^3/3! + ...$

จึงได้ว่า

$1 - (\pi)^2 (x^2)/2! + (\pi)^4 (x^4)/4! + (\pi)^6 (x^6)/6! + ...$ **Ans.**

7. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $\sum_{n=1}^{\infty} 1/(1+x)$

วิธีทำ

$f(x) = 1/(1+x)$, $f(0) = 1$

$f'(x) = -1/(1+x)^2$, $f'(0) = -1$

$f''(x) = 2(1+x)/(1+x)^4 = 2/(1+x)^3$, $f''(0) = 2$

$f'''(x) = -2(3)(1+x)^2/(1+x)^6$

$= -6/(1+x)^4 = f'''(0) = -6$

อนุกรมแมคลอริน $= 1 + (-1)x/1! + 2x^2/2! + (-6)x^3/3! + ...$

$= 1 - x + x^2 - x^3 + ...$ **Ans.**

8. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $\sum_{n=1}^{\infty} e^x \cos x$

วิธีทำ

$f(x) = e^x \cos x$, $f(0) = 1$

$f'(x) = e^x (-\sin x) + \cos e^x$, $f'(0) = 1$

$f''(x) = e^x (-\cos x) + (\sin x) e^x + \cos e^x +$

$e^x (-\sin x)$

$= -2 \sin x e^x$, $f'(0) = 0$

$f'''(x) = -2 \sin x e^x + e^x (-2 \cos x)$

$= -2 e^x (\sin x + \cos x)$, $f''(0) = -2$

อนุกรมแม่คลอริน คือ $1 + x - 2x^3/3! + ...$ **Ans.**

9. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $\sum_{n=1}^{\infty} (xe^x + e^x)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$f(x) = xe^x + e^x$, $f(0) = 1$

$f'(x) = e^x + e^x + xe^x = 2e^x + xe^x$, $f'(0) = 2$

$f''(x) = 2e^x + xe^x + e^x = 3e^x + xe^x$, $f(0) = 3$

อนุกรมแมคลอริน คือ $1 + 2x + 3x^2/2! + ...$ **Ans.**

10. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $\sum(x^3 - x^2 + 2x + 1)$

วิธีทำ

$f(x) = x^3 - x^2 + 2x + 1$, $f(0) = 1$

$f'(x) = 3x^2 - 2x + 2$, $f'(0) = 2$

$f''(x) = 6x - 2$, $f''(0) = -2$

$f'''(x) = 6$, $f'''(0) = 6$

$f''''(x) = 0$, $f''''(0) = 0$

อนุกรมแมคลอลิน คือ $1 + 2x + (-2)x^2/2! + 6x^3/3!$ **Ans.**

11. จงพิจารณาว่า อนุกรมของแมคลอริน ของฟังก์ชัน $\sum \cos(x/2)$

วิธีทำ

$f(x) = \cos(x/2)$, $f(0) = 1$

$f'(x) = -1/2 \sin(x/2)$, $f'(0) = 0$

$f''(x) = -1/4 \cos(x/2)$, $f''(0) = -1/4$

$f'''(x) = 1/8 \sin(x/2)$, $f'''(0) = 0$

$f''''(x) = 1/16 \cos(x/2)$, $f''''(0) = 1/16$

อนุกรมแมคลอริน คือ $1 - 1/4x^2/2! + 1/16x^4/4! + ...$ **Ans.**

12. จงหาอนุกรมของเทเลอร์ สำหรับฟังก์ชัน $f(x) = e^x$ ณ ที่ $a = 10$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$f(x) = e^x$, $f(10) = e^{10}$

$f'(x) = e^x$, $f'(10) = e^{10}$

$f''(x) = e^x$, $f''(10) = e^{10}$

$f'''(x) = e^x$, $f'''(10) = e^{10}$

$f''''(x) = e^x$, $f''''(10) = e^{10}$

อนุกรมของเทเลอร์อยู่ในรูป ดังนี้

$f(x) + f'(x)/1! + f''(x)/2! + f'''(x)/3! + ...$

$e^{10} + e^{10}(x - 10)/1! + e^{10}(x - 10)^2/2! + ...$ **Ans.**

13 จงหาอนุกรมของเทเลอร์ สำหรับฟังก์ชัน $f(x) = x^2$ ณ ที่ $a = 1/2$

วิธีทำ

$f(x) = x^2$, $f(1/2) = 1/4$

$f'(x) = 2x$, $f'(1/2) = 1$

$f''(x) = 2$, $f''(1/2) = 2$

อนุกรมของเทเลอร์อยู่ในรูป ดังนี้

$f(x) + f'(x)(x-a)/1! + f''(x)(x-a)^2/2!$

$+ f'''(x)(x-a)^3/3! + ...$

ดังนั้นได้ว่า $1/4 + 1\ (x-1/2) + (2/2!)\ (x-1/2)^2$ **Ans.**

14. จงหาอนุกรมของเทเลอร์ สำหรับฟังก์ชัน $f(x) = \cos x$ ณ ที่ $a = \pi$

วิธีทำ

$f(x) = \cos x$, $f(\pi) = -1$

$f'(x) = -\sin x$, $f'(\pi) = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$f''(x) = -\cos x$, $f''(\pi) = 1$

$f'''(x) = \sin x$, $f'''(\pi) = 0$

$f''''(x) = \cos x$, $f''''(\pi) = -1$

:

:

อนุกรมของเทเลอร์อยู่ในรูป ดังนี้

$$f(x) + f'(x)(x-a)/1! + f''(x)(x-a)^2/2! + f'''(x)(x-a)^3/3! + \ldots\ldots$$

ดังนั้นได้ว่า $-1 + 1(x-\pi)^2 - 1(x-\pi)^4 + -\ldots\ldots$ Ans.

15. จงหาอนุกรมของเทเลอร์ สำหรับฟังก์ชัน $f(x) = \sin x$ ณ ที่ $a = \pi$

วิธีทำ

$f(x)$	$= \sin x$	$f(\pi)$	$= 0$
$f'(x)$	$= \cos x$	$f'(\pi)$	$= -1$
$f''(x)$	$= -\sin x$	$f''(\pi)$	$= 0$
$f'''(x)$	$= -\cos x$	$f'''(\pi)$	$= 1$
$f''''(x)$	$= \sin x$	$f''''(\pi)$	$= 0$
$f'''''(x)$	$= \cos x$	$f'''''(\pi)$	$= -1$

:

:

อนุกรมของเทเลอร์อยู่ในรูป ดังนี้

$$f(x) + f'(x)(x-a)/1! + f''(x)(x-a)^2/2! + f'''(x)(x-a)^3/3! + \ldots\ldots$$

ดังนั้นได้ว่า $-1(x-\pi) + 1(x-\pi)^3 - 1(x-\pi)^5 + - \ldots\ldots$ Ans.

16. จงหาอนุกรมของเทเลอร์ สำหรับฟังก์ชัน $f(x) = x^4 + x - 3$ ณ ที่ $a = -2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

$f(x)$	=	$x^4 + x - 3$	$f(-2)$	=	15
$f'(x)$	=	$4x^3 + 1$	$f'(-2)$	=	33
$f''(x)$	=	$12x^2$	$f''(-2)$	=	48
$f'''(x)$	=	$24x$	$f'''(-2)$	=	-48
$f''''(x)$	=	24	$f''''(-2)$	=	24

อนุกรมของเทเลอร์อยู่ในรูป ดังนี้

$$f(x) + f'(x)(x-a)/1! + f''(x)(x-a)^2/2! + f'''(x)(x-a)^3/3! + ...$$

ดังนั้นได้ว่า

$$15 + 33(x+2) + 48(x+2)^2 + (-48)/3!(x+2)^3 + (24)/4!(x+2)^4$$

Ans.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PROGRAM MAIN_PROGRAM;
USES  Dos, Crt, Graph, ProjTool;
{$S-}
CONST WBkColor : Array[1..2,1..7] of Byte
               = ( ( 7,  7,  7,  7,  7,  7,  7),
                   ( 2,  3,  4,  3,  4,  7,  8) );
      OthColor : Array[1..2,1..10] of Byte
               = ( ( 1,  0,  0,  7,  0,  0,  0,  0,  1,  1),
                   ( 9,  1, 14,  7,  4, 15,  4,  0, 14, 15) );

{     Window Background Color : #( 1 - Mono   2 - Color )
}
{           #,1 - Main Menu               #,2 - Menu11
}
{           #,3 - Menu12                  #,4 - Menu21
}
{           #,5 - Menu22                  #,6 - Menu32
}
{           #,7 - Help Menu
}
{
}
{     Others Color :          #( 1 - Mono   2 - Color )
}
{           #,1 - WinDow Screen Type      #,2 - Background
}
{           #,3 - Character (Text)        #,4 - Hot-Key Bar
}
{           #,5 - Hot-Key 1st Char.       #,6 - Hot-Key Others Char
}
{           #,7 - Arrow                   #,8 - Study Header Color
}
{           #,9 - Text Study Char.
}

      MChap     = 5;                      {Max Chapter}
      MAssi     = 15;                     {Max Assignment}
      MaxY      = 348;                    {CGA Max Y}
      MaxQust   = 25;
      OldData   = 0;
      OneChapter = 1;
      AllChapter = 2;
      TestOneChapter = 3;
      Each_Chapter_Test = 5;
TYPE  M         = Array[1..MAssi] of String;
      SData     = Record
                    RecNum : Integer;
                    UserAnswer : String[13];
                  end;
      DataRec   = Record
                    UserCode      : String[3];
                    SaveStatus    : Integer;
                    Case SaveCode : Char of
                           'S' : (ChapSave, StudyCd, AssiSave : Integer);
                       'F','P','T' : (Chapter : Integer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                UsQst : Array[1..MaxQust] of SData);
                    end;
      FlagType = (Esc,F10,TestPass,TestNotPass,Other);
VAR   TxFi                          : Text;
      SavCdFi                       : File of DataRec;
      DatRec                        : DataRec;
      FileName, FileName3           : String;
      DDrive                        : String[1];
      ChoM, ChapNm, AssiNm          : M;
      Status, Stat1, Stat32, Stat4,
      Pof, SavNum, Count            : Integer;
      Dirt, DirtA, DirtB, DirtC,
      Quit, Check, NFlag, FFlag, Dum : Boolean;
      i, WCol, Mode                 : Byte;
      Ch                            : Char;
      Tim1, LoadTest                : Boolean;
      flag                          : Flagtype;
LABEL Label1, Label2, Label3, Label4;

Procedure TfThaiDisp(Col, Row, Leng, Color : Integer;
                     Str                   : String);
Const StDum = #254;
Begin
   ThaiDisp(Col,Row,Leng,Color,Str+StDum);
End;

Procedure OpenWind(X1, Y1, X2, Y2, WinColor, ShadColor : Integer);
Begin
   OpenWindow(X1,Y1,X2+10,Y2+10);
   SetFillStyle(1,ShadColor);                          {Set Win. Shadow Col
or}
   Bar(X1+10,Y1+10,X2+10,Y2+10);                              {Win. Shad
ow}
   SetFillStyle(OthColor[Mode,1],WinColor);                 {Set Win. Col
or}
   Bar(X1,Y1,X2,Y2);                                                {Wi
n.}
End;

Procedure CloseWind(OldColor, Scren : Byte);
Begin
   CloseWindow(Scren);
   SetFillStyle(OthColor[Mode,1],OldColor);
End;

Procedure CheckF(Filename : String);
Var S: PathStr;
Begin
   S := FSearch(Filename,GetEnv(''));
   if (S = '') then
   begin
      SetColor(OthColor[Mode,10]);
      SetTextStyle(1,0,2);
      OutText(Filename);
      OutText(' not found');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Delay(3000);
      FFlag := False;
   end;
End;

Procedure SetUp;
Var MCol : Integer;
Begin
   SetTextStyle(1,0,4);
   OutTextXY((GetMaxX Div 2)-60,(GetMaxY Div 2)-30,'LOADING...');
   SetTextStyle(0,0,1);
   MCol := GetMaxColor;
   if (MCol > 2) then Mode := 2
                 else Mode := 1;
   FFlag := True;
   CheckF('MAIN.PAS');                          {Edit to MAIN.EXE When Compi
le}
   if not(FFlag) then EndProg;
   DDrive := FExpand('MAIN.PAS');
End;

Procedure Initial;
Var i       : Byte;
    ScrFil1 : Text;
Begin
   SaveFont;
   WinDowInit;
   CheckF('CHAPNAME.PD');
   if not(FFlag) then EndProg;
   Assign(ScrFil1,'CHAPNAME.PD');               {Open Text(Chapter Name) Fi
le}
   Reset(ScrFil1);
   for i := 1 to MChap do Readln(ScrFil1,ChapNm[i]);      {Read Chapter Na
me}
   Close(ScrFil1);
   ChapNm[6] := 'ทำทบท';
   ChoM[1]   := '  นฺภศิลกษาใหม่';
   ChoM[2]   := '  นฺภศิลกษาเก่า';
   ChoM[3]   := 'ทบทวนเฉพาะเรื่อง';
   ChoM[4]   := '  ทำแบบทดสอบ';
   Dum       := True;
   Dirt      := False;
   DirtA     := False;
   DirtC     := False;
   NFlag     := False;
   Check     := False;
   Quit      := False;
   Status    := 1;                                {Init Main Menu Stat
us}
   LoadTest  := False;
   Timi      := False;
End;

Procedure DiskWarning(FName : String);
Var DL : Char;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Begin
   if (DDrive <> 'C') then
   begin
      OpenWind(400,215,625,325,WBkColor[Mode,7],0);
      TfThaiDisp(41,10,16,OthColor[Mode,6],'ใส่แผ่นดิสก์ที่มี File');
      TfThaiDisp(41,11,9,OthColor[Mode,6],'      ชื่อ :');
      TfThaiDisp(41,12,9,OthColor[Mode,6],'ที่อยู่ Drive :');
      TfThaiDisp(41,13,20,OthColor[Mode,6],'และกดปุ่มใดๆเมื่อเรียบร้อย...');
      SetColor(OthColor[Mode,3]);
      OutTextXY(510,257,FName);
      OutTextXY(510,281,DDrive);
      DL := ReadKey;
      if (DL = #00) then DL := ReadKey;
      CloseWind(2,1);
   end;
End;

Procedure FormulaDisp;
Const PgMax             = 3;
Var   TxtFi             : File of String;
      TxtR              : String;
      PgCount           : Integer;
      PgUp, PgDn, ExitF : Boolean;
      Rk                : Char;

procedure DisplayForm;
var i : integer;
begin
   Seek(TxtFi,(PgCount-1) * 4);
   for i := 1 to 4 do
   begin
      Read(TxtFi,TxtR);
      TfThaiDisp(18,i+5,50,OthColor[Mode,3],TxtR);
   end;
end;

procedure PageAct;
begin
   SetFillStyle(1,9);
   SetColor(OthColor[Mode,3]);
   Bar(350,224,430,246);
   if PgUp then OutTextXY(356,233,'PgUp');
   if PgDn then OutTextXY(396,233,'PgDn');
end;

procedure PageUp;
begin
   if PgUp then
   begin
      PgCount := PgCount - 1;
      if (PgCount = 1) then PgUp := False;
      if (PgCount > 0) then Seek(TxtFi,(PgCount-1) * 4);
      PgDn := True;
      PageAct;
      SetFillStyle(1,9);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Bar(170,128,450,150);
      SetFillStyle(OthColor[Mode,1],1);
      Bar(170,150,450,224);
      DisplayForm;
   end
   else Beep;
end;

procedure PageDown;
begin
   if PgDn then
   begin
      PgCount := PgCount + 1;
      PgUp    := True;
      if (PgCount = PgMax) then PgDn := False;
      PageAct;
      SetFillStyle(1,9);
      Bar(170,128,450,150);
      SetFillStyle(OthColor[Mode,1],1);
      Bar(170,150,450,224);
      DisplayForm;
   end
   else Beep;
end;

Begin
   OpenWind(170,128,450,246,1,0);
   SetFillStyle(1,9);
   Bar(170,128,450,150);
   Bar(170,224,450,246);
   SetColor(OthColor[Mode,6]);
   OutTextXY(180,233,'Esc ~                <          >');
   TfThaiDisp(23,10,6,15,'ยกเลิก');
   ExitF   := False;
   PgUp    := False;
   PgDn    := True;
   PgCount := 1;
   Assign(TxtFi,'FORMULA.REC');
   Reset(TxtFi);
   PageAct;
   DisplayForm;
   Repeat
      Rk := Readkey;
      Case Rk of
         #00 : begin
                  Rk := Readkey;
                  Case Rk of
                     #73 : PageUp;
                     #81 : PageDown;
                     else Beep;
                  end;
               end;
         #27 : ExitF := True;
         else Beep;
      end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Until ExitF;
   Close(TxtFi);
   CloseWind(WCol,1);
End;

Procedure PullDown(    X, Y, MMin, MMax : Integer;
                   Var Sign, PgSign     : Boolean;
                   Var CNum             : Integer);
Begin
   TfThaiDisp(X-2,(Y-1)+CNum,1,OthColor[Mode,7],#255);
   Repeat
      Ch := ReadKey;
      if (Ch = #27) and not(Sign) then                                {E
sc}
      begin
         Sign := True;
         Ch   := #13;
      end;
      if (UpCase(Ch) = 'N') and NFlag and not(PgSign) then          {NextPa
ge}
      begin
         PgSign := True;
         Ch     := #13;
      end;
      if (Ch = #00) then
      begin
         Ch := Readkey;
         Case Ch of
     {Up}   #72 : begin
                     Bar((X-2)*10,((Y-1)+MMin)*20,
                         ((X-2)*10)+10, (((Y-1)+MMax)*24)+8);
                     if (CNum > MMin) then CNum := CNum - 1
                                      else CNum := MMax;
                     TfThaiDisp(X-2,(Y-1)+CNum,1,OthColor[Mode,7],#255);
                  end;

     {Down} #80 : begin
                     Bar((X-2)*10,((Y-1)+MMin)*20,
                         ((X-2)*10)+10, (((Y-1)+MMax)*24)+8);
                     if (CNum < MMax) then CNum := CNum + 1
                                      else CNum := MMin;
                     TfThaiDisp(X-2,(Y-1)+CNum,1,OthColor[Mode,7],#255);
                  end;
     {F4}   #62 : FormulaDisp;
     {F10}  #68 : begin
                     if DirtC then beep
                     else
                     begin
                        Quit := True;
                        Dirt := True;
                        Ch   := #13;
                     end;
                  end;
            else Beep;
         end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      end
      else if (Ch <> #13) then Beep;
   Until (Ch = #13);
End;

Procedure Menu41;
Var i : Integer;
Begin
   Dirt  := False;
   Stat4 := 1;
   WCol  := WBkColor[Mode,7];
   OpenWind(150,70,540,255,WBkColor[Mode,7],0);
   TfThaiDisp(16,4,20,OthColor[Mode,3],'Select Choice');   {Write Text(Titl
e)}
   for i := 1 to 6 do TfThaiDisp(18,4+i,35,OthColor[Mode,3],ChapNm[i]);
                                                          {Write Chapter Na
me}
End;

Procedure Menu32(    FileName : String;
                     Code     : Char;
                 Var MenuStat : Integer);
Var AssiNum, Start, Stop, i, j, Page : Integer;
    Next                             : Boolean;
Begin
   NFlag := True;
   WCol := WBkColor[Mode,6];
   Assign(TxFi,FileName);                                  {Open Text Fi
le}
   Reset(TxFi);
   Dirt  := False;                                          {Esc = Fal
se}
   OpenWind(0,0,415,230,WBkColor[Mode,6],0);          {Open Window 3.2}
   if (Code = 'p') then
   begin
      TfThaiDisp(1,1,19,OthColor[Mode,3],'ติดต่องการบทพิมพ์สุขจนต์');
      AssiNum := 1;
   end
   else
   begin
      if (Status = 1) then TfThaiDisp(1,1,19,OthColor[Mode,3],
                                      'เนื่องจากอาจารย์ท่านติดต่องการอาจารย์ขัน')
                      else TfThaiDisp(1,1,19,OthColor[Mode,3],
                                      'เนื่องจากอาจารย์ท่านติดต่องการทบทวน');
                                                          {Display Head
er}
      AssiNm[1] := 'บทพิมพ์สุขจนต์';                          {Text
#1}
      TfThaiDisp(3,2,38,OthColor[Mode,3],AssiNm[1]);        {Display Text
#1}
      AssiNum   := 2;                                    {Start Text Numb
er}
   end;
   Repeat                                        {Read Text Until End Of File}
      Readln(TxFi,AssiNm[AssiNum]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      if (AssiNum < 9) then TfThaiDisp(3,AssiNum+1,38,OthColor[Mode,3],
                                       AssiNm[AssiNum]);
                                                          {Display Text #1-
#8}
      AssiNum := AssiNum + 1;
   Until Eof(TxFi);
   Close(TxFi);
   AssiNum := AssiNum - 1;
   Page := 1;
   if (AssiNum > 8) then
   begin
      TfThaiDisp(26,1,15,OthColor[Mode,3],'< N - หน้าถัดไป >');    {Next Pa
ge}
      Start := 1;
      Stop  := 8;
      j     := 8;
      Next  := False;
      Repeat
         MenuStat := 1;
         PullDown(3,2,1,j,Dirt,Next,MenuStat);
         if not(Dirt) and not(Quit) then
         begin
            if Next then
            begin
               if (Start+8 > AssiNum) then
               begin
                  Start := 1;
                  Page  := 1;
                  Stop  := 8;
               end
               else
               begin
                  Start := Start + 8;
                  Stop  := Stop + 8;
                  Page  := Page + 1;
               end;
               if (Stop > AssiNum) then j := AssiNum - Start + 1
                                   else j := 8;
               Next  := False;
               Bar(0,30,415,230);
               for i := 1 to j do TfThaiDisp(3,i+1,38,OthColor[Mode,3],
                                             AssiNm[(Start-1)+i]);
            end
            else Next := True;
         end;
      Until Dirt or Quit or Next;
   end
   else
   begin
      MenuStat := 1;
      PullDown(3,2,1,AssiNum,Dirt,Dum,MenuStat);
   end;
   MenuStat := MenuStat + ((Page-1) * 8);
   NFlag    := False;
   if Quit then CloseWind(WBkColor[Mode,2],0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          else CloseWind(WBkColor[Mode,2],1);
End;

Procedure Menu22(SavNum : Integer);
Var Stg  : String;
    UCode : String[3];
Begin
   OpenWind(256,147,392,179,WBkColor[Mode,5],0);
   TfThaiDisp(27,7,5,OthColor[Mode,3],'รหัสผ่าน');
   StrInput(340,159,3,OthColor[Mode,1],WBkColor[Mode,5],Stg);
   UCode := Stg;
   Assign(SavCdFi,'SAVEDATA.DT2');                    {Open Text(Menu22) Fi
le}
   ReSet(SavCdFi);
   Seek(SavCdFi,SavNum);
   Read(SavCdFi,DatRec);
   if (UCode = DatRec.UserCode) then Check := True          {Check Code}
   else
   begin
      Check := False;
      Bar(256,147,392,179);
      Beep;
      TfThaiDisp(30,7,5,OthColor[Mode,3],'รหัสผิด');
      Delay(200);
   end;
   if Check then CloseWind(WBkColor[Mode,1],0)
            else CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);
End;

Procedure Menu21(Var Sel21 : Integer);
Var Code : Integer;
    Sel  : Char;
Begin
   Dirt := False;
   SetFillStyle(OthColor[Mode,1],WBkColor[Mode,2]);      {Set Win.21 Col
or}
   Bar(318,233,325,239);
   Repeat
      Sel := ReadKey;
      if (Sel = #00) then
      begin
         Sel := Readkey;
         if (Sel = #68) and (Status <> 1) then Quit := True
                                          else Beep;
      end;
      if (Sel = #27) then Dirt := True;
      if not(Quit or Dirt) then
         if (Sel < #46) or (Sel > #57) then Beep
                                       else OutTextXY(318,233,Sel);
   Until ((Sel > #47) and (Sel < #58)) or Quit or Dirt;
   Val(Sel,Sel21,Code);
End;

Procedure Menu20;
Const SavNum  = 10;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Var   SavNmFi : Text;
      i       : Integer;
      Coun    : String;
      SavName : Array[1..10] of String;
Begin
   DiskWarning('SAVEDATA.DT1-2');
   CheckF('SAVEDATA.DT1');
   if not(FFlag) then EndProg;
   CheckF('SAVEDATA.DT2');
   if not(FFlag) then EndProg;
   Assign(SavNmFi,'SAVEDATA.DT1');                    {Open Text(Menu21) Fi
le}
   Reset(SavNmFi);
   OpenWind(266,60,382,244,WBkColor[Mode,4],0);
   SetColor(OthColor[Mode,3]);                              {Set Text Col
or}
   for i := 1 to SavNum do                           {Read-Write Text(Menu2
1)}
   begin
      Readln(SavNmFi,SavName[i]);
      Str(i-1,Coun);
      Coun := Coun + '.';
      OutTextXY(273,55+(i*15),Coun);
      OutTextXY(298,55+(i*15),SavName[i]);
   end;
   TfThaiDisp(27,10,7,OthColor[Mode,3],'เลือก');                    {Sele
ct}
   Close(SavNmFi);
End;

Procedure Menu12;
Var Ch : Char;
Begin
   Dirt := False;
   WCol := WBkColor[Mode,3];
   OpenWind(85,115,570,240,WBkColor[Mode,3],0);
   TfThaiDisp(10,6,7,OthColor[Mode,3],'หมายเหตุ');          {Write Tit
le}
   TfThaiDisp(15,7,60,OthColor[Mode,3],
              'ก ,อนหน้า จะเรา ,มเราย่น จะต้องทำแบบทดสอบของบทก ,อนหน้าน้ำ');
   TfThaiDisp(10,8,60,OthColor[Mode,3],
              'บทละ 5 ข้อ โดยหน้า จะต้องทำแบบทดสอบได้ต่ำกว่า 70 % ข้ำนไป');
   TfThaiDisp(10,9,60,OthColor[Mode,3],'จึงจะสามารถเข้าไปเรียนได้');
   Repeat
      Ch := Readkey;
      Case Ch of
         #00 : begin
                  Ch := Readkey;
                  if (Ch = #68) then
                  begin
                     Dirt := True;
                     Quit := True;
                  end
                  else if (Ch = #62) then FormulaDisp
                                     else Beep;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                end;
            #13 : ;
            #27 : begin
                     CloseWind(WBkColor[Mode,2],1);
                     Dirt := True;
                  end;
            else Beep;
         end;
   Until (Dirt or Quit) or (Ch = #13);
End;

Procedure Menu11;
Var i : Integer;
Begin
   Dirt  := False;
   Stat1 := 1;
   WCol  := WBkColor[Mode,2];
   OpenWind(150,100,540,250,WBkColor[Mode,2],0);
   if (Status = 1) then TfThaiDisp(16,5,20,OthColor[Mode,3],
                                   'ตัวอักษรเร็ว,มีเร็วยิ่งขึ้น,')
                   else TfThaiDisp(16,5,20,OthColor[Mode,3],'ตัวอักษรทบทวน')
;                                                          {Write Text(Titl
e)}
   for i := 1 to MChap do TfThaiDisp(18,5+i,35,OthColor[Mode,3],ChapNm[i]);
                                                          {Write Chapter Na
me}
End;

Procedure MainMenu;
Var i : Byte;
Begin
   SetFillStyle(1,OthColor[Mode,2]);                      {Set Bk. Col
or}
   Bar(0,0,GetMaxX,MaxY);                                 {Back Grou
nd}
   SetFillStyle(1,OthColor[Mode,4]);                      {Set Hotkey Bar Col
or}
   Bar(0,MaxY-7,GetMaxX,MaxY-27);                         {Hotkey B
ar}
   SetColor(OthColor[Mode,5]);                            {Set 1st Hotkey Char. Col
or}
   OutTextXY(3,MaxY-20,#24#25);
   OutTextXY(138,MaxY-20,'Enter');
   OutTextXY(282,MaxY-20,'Esc');
   OutTextXY(463,MaxY-20,'F10');
   TfThaiDisp(2,14,9,OthColor[Mode,6],'-เลิก,อนลุกศร');
   TfThaiDisp(18,14,7,OthColor[Mode,6],'-กดเลือก');
   TfThaiDisp(31,14,12,OthColor[Mode,6],'-ไป Menu ก่อน');
   TfThaiDisp(49,14,14,OthColor[Mode,6],'-ออกจากโปรแกรม');
   SetFillStyle(1,0);                                     {Set Main Win. Shadow Col
or}
   Bar(220+10,100+10,410+10,200+10);                      {Main Win. Shad
ow}
   SetFillStyle(OthColor[Mode,1],WBkColor[Mode,1]);       {Set Main Win. Col
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
or}
   Bar(220,100,410,200);                                          {Main Wi
n.}
   for i := 1 to 4 do TfThaiDisp(25,4+i,14,OthColor[Mode,3],ChoM[i]);
                                                  {Read-Write Text(Main Men
u)}
   WCol  := WBkColor[Mode,1];
End;

Procedure SaveData(    CodeS : Char;
                   Var QuitS : Boolean);
Var StatS1, StatS2, SavNum : Integer;
    SavNm, SavCode         : String;
    SavName                : Array[1..10] of String;
    DirtS                  : Boolean;
    SavNmFi                : Text;
Begin
   Dirt   := False;
   QuitS  := False;
   StatS1 := 1;
   OpenWind(235,100,395,200,WBkColor[Mode,7],0);
   TfThaiDisp(25,5,13,OthColor[Mode,3],'ต้องการเก็บข้อมูลหรือ');
   TfThaiDisp(29,6,2,OthColor[Mode,3],'ใช่');
   TfThaiDisp(29,7,4,OthColor[Mode,3],'ไม่ใช่');
   TfThaiDisp(29,8,5,OthColor[Mode,3],'ยกเลิก');
   Repeat
      PullDown(29,6,1,3,Dum,Dum,StatS1);
      Case StatS1 of
         1 : begin
               Menu20;
               DirtS := False;
               Repeat
                  Menu21(SavNum);
                  if not(Dirt) then
                  begin
                    Bar(298,55+((SavNum+1)*15),378,65+((SavNum+1)*15));
                    StrInput(298,55+((SavNum+1)*15),10,OthColor[Mode,1],
                             WBkColor[Mode,2],SavNm);
                    OpenWind(256,147,392,179,WBkColor[Mode,5],0);
                                                                {Input Co
de}
                    TfThaiDisp(27,7,5,OthColor[Mode,3],'ใส่รหัส');
                    Repeat
                       Bar(340,159,380,169);
                       StrInput(340,159,3,OthColor[Mode,1],
                                WBkColor[Mode,5],SavCode);
                    until (SavCode[3] <> ' ');
                    CloseWind(WBkColor[Mode,1],1); {Close Input Code Win}
                    CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);
                                                  {Close Input User Name W
in}
                    CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);
                                                   {Close Input Data/Not W
in}
                    OpenWind(244,77,367,152,WBkColor[Mode,6],0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                                                {Sure or N
ot}
                    TfThaiDisp(25,4,11,OthColor[Mode,3],'ท ทอย ,างกทติ,อง'
);
                    TfThaiDisp(29,5,2,OthColor[Mode,3],'ใช ,');
                    TfThaiDisp(29,6,4,OthColor[Mode,3],'ไม ,ใช ,');
                    StatS2 := 1;
                    PullDown(29,5,1,2,Dum,Dum,StatS2);
                    if (StatS2 = 1) then
                    begin
                       DiskWarning('SAVEDATA.DT1-2');
                       CheckF('SAVEDATA.DT1');
                       CheckF('SAVEDATA.DT2');
                       if not(FFlag) then
                       begin
                          for i := 1 to 4 do CloseWind(1,0);
                          EndProg;
                       end;
                       Assign(SavNmFi,'SAVEDATA.DT1');   {Open Text(Menu2
1)}
                       ReSet(SavNmFi);
                       for i := 1 to 10 do Readln(SavNmFi,SavName[i]);
                       SavName[SavNum+1] := SavNm;
                       ReWrite(SavNmFi);
                       for i := 1 to 10 do Writeln(SavNmFi,SavName[i]);
                       Close(SavNmFi);
                       Assign(SavCdFi,'SAVEDATA.DT2');   {Open Text(Menu2
2)}
                       ReSet(SavCdFi);
                       Seek(SavCdFi,SavNum);
                       With DatRec do
                       begin
                         UserCode   := SavCode;
                         SaveStatus := Status;
                         SaveCode   := CodeS;
                         Case CodeS of
                            'S' : begin
                                     ChapSave := Stat1;
                                     if (Stat32 = 1) then
                                     begin
                                        StudyCd  := 0;
                                        AssiSave := Pof;
                                     end
                                     else
                                     begin
                                        StudyCd  := 1;
                                        AssiSave := Stat32;
                                     end;
                                  end;
                      'F','P' : begin
                                  end;
                          'T' : begin
                                  end;
                       end;
                    end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        Write(SavCdFi,DatRec);
                        Close(SavCdFi);
                        CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);   {Close Sure y/n W
in}
                        QuitS := True;
                     end
                     else
                     begin
                        CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);   {Close Sure y/n W
in}
                        DirtS := True;
                     end;
                     Dirt := True;
                  end
                  else
                  begin
                     CloseWind(WBkColor[Mode,7],1);
                                                {Close Input Data/Not W
in}
                     Dirt  := False;
                     DirtS := True;
                  end;
               Until Dirt or DirtS;
            end;
         2 : begin
               CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);    {Close Input Data/Not Win
}
               Dirt  := True;
               QuitS := True;
            end;
         3 : begin
               CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);    {Close Input Data/Not Win
}
               Dirt := True;
            end;
      end;
   Until Dirt;
End;

{$I Test.Inc}

Procedure Study;
Const MLine = 12;
Type  Rec1  = Record
                 Inx, Line : Integer;
              end;
Var   Rtx                                : File of String;
      Idx                                : File of Rec1;
      Indx                               : Rec1;
      Ctrl                               : Char;
      MaxLine, Line, PCount              : Integer;
      FileName1, FileName2, StNum, Bok   : String;
      PUFlag, PDFlag, F1Flag, ExitS, QuitS : Boolean;
      SCode                              : Byte;
Label Label1, Label2, Label3, Label4;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure Help;
begin
   OpenWind(200,121,430,251,WBkColor[Mode,7],0);
   OutTextXY(210,136,'Ctrl-S');
   TfThaiDisp(26,6,12,OthColor[Mode,6],'-เลื่อกหัวข้อใหม่');
   OutTextXY(210,160,'Ctrl-T');
   if (Status = 1) then TfThaiDisp(26,7,11,OthColor[Mode,6],'-ทำแบบทดสอบ');
   if (Status = 3) then TfThaiDisp(26,7,14,OthColor[Mode,6],
                                   '-เลื่อกบทเรียนใหม่');
   OutTextXY(210,184,'Ctrl-B');
   TfThaiDisp(26,8,16,OthColor[Mode,6],'-กลับไป Main Menu');
   OutTextXY(234,208,'F10');
   TfThaiDisp(26,9,14,OthColor[Mode,6],'-ออกจากโปรแกรม');
   OutTextXY(234,232,'Esc');
   TfThaiDisp(26,10,6,OthColor[Mode,6],'-ยกเลิก');
   Repeat Until KeyPressed;
   CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);
   F1Flag := True;
end;

procedure PageAct;
begin
   SetFillStyle(1,WBkColor[Mode,7]);
   SetColor(OthColor[Mode,3]);
   Bar(GetMaxX-109,MaxY-7,GetMaxX-19,MaxY-29);
   if PUFlag then OutTextXY(GetMaxX-100,MaxY-22,'PgUp');
   if PDFlag then OutTextXY(GetMaxX-55,MaxY-22,'PgDn');
end;

procedure GetMaxLine;
begin
   if (Indx.Line > MLine+1) then
   begin
      MaxLine := MLine + 1;
      PDFlag  := True;
   end
   else
   begin
      MaxLine := Indx.Line;
      PDFlag  := False;
   end;
   Line := 1;
end;

procedure PageWork;
begin
   SetFillStyle(1,OthColor[Mode,4]);
   Bar(610,7,GetMaxX,29);
   Str(PCount,StNum);
   TfThaiDisp(61,1,3,OthColor[Mode,8],StNum);
   SetFillStyle(1,OthColor[Mode,2]);
   Bar(0,30,GetMaxX-8,MaxY-30);
   GetMaxLine;
   Seek(Rtx,Indx.Inx);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end;

procedure PageUp;
begin
   if PUFlag then
   begin
      PCount := PCount - 1;
      if (PCount = 1) then PUFlag := False;
      if (PCount > 0) then
      begin
         Indx.Line := Indx.Line + MLine;
         Indx.Inx  := Indx.Inx - MLine;
      end;
      PDFlag := True;
      PageWork;
   end
   else Beep;
end;

procedure PageDown;
begin
   if PDFlag then
   begin
      PCount    := PCount + 1;
      Indx.Line := Indx.Line - MLine;
      if (Indx.Line <= MLine) then PDFlag := False;
      PUFlag    := True;
      Indx.Inx := Indx.Inx + MLine;
      PageWork;
   end
   else Beep;
end;

procedure InitStudy;
begin
   DirtC  := True;
   PCount := 1;
   SetFillStyle(1,OthColor[Mode,2]);                          {Set Bk.Scre
en}
   Bar(0,0,GetMaxX,MaxY-30);
   SetFillStyle(1,OthColor[Mode,4]);
   Bar(0,7,GetMaxX,29);
   Setcolor(OthColor[Mode,5]);
   Bar(0,MaxY-7,GetMaxX,MaxY-29);                             {Display Hot-K
ey}
   OutTextXY(8,MaxY-20,'F1');
   TfThaiDisp(3,14,9,OthColor[Mode,8],'- Help');
   SetColor(OthColor[Mode,3]);
   SetFillStyle(1,WBkColor[Mode,7]);
   Bar(GetMaxX-119,MaxY-7,GetMaxX-8,MaxY-29);
   OutTextXY(GetMaxX-115,MaxY-22,'<           >');
   TfThaiDisp(0,1,10,OthColor[Mode,8],'บทที่ :');             {Display Head
er}
   Str(Stat1,StNum);
   TfThaiDisp(4,1,2,OthColor[Mode,8],StNum);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   TfThaiDisp(57,1,3,OthColor[Mode,8],'หน้าที่ ');
   Str(PCount,StNum);
   TfThaiDisp(61,1,3,OthColor[Mode,8],StNum);
   Str(Stat1,FileName);
end;

Begin
   if LoadTest then goto Label33;
   InitStudy;
   if Tim1 then
   begin
Label32 :
      Tim1 := False;
      FileName1 := 'BOOK' + FileName + '.IDX';
      FileName2 := 'BOOK' + FileName + '.RTX';
      DiskWarning('BOOK.IDX-.RTX');
      CheckF(FileName1);
      CheckF(FileName2);
      Assign(Rtx,FileName2);
      Reset(Rtx);
      Assign(Idx,FileName1);
      Reset(Idx);
      goto Label31;
   end;
   if (Stat32 = 1) then
   begin
      SCode     := 0;
      FileName1 := 'PROOF' + FileName + '.IDX';
      FileName2 := 'PROOF' + FileName + '.RTX';
      TfThaiDisp(7,1,6,OthColor[Mode,8],'บทพิสูจน์');
      TfThaiDisp(14,1,50,OthColor[Mode,8],AssiNm[Pof]);
   end
   else
   begin
      SCode     := 1;
      FileName1 := 'BOOK' + FileName + '.IDX';
      FileName2 := 'BOOK' + FileName + '.RTX';
      TfThaiDisp(7,1,50,OthColor[Mode,8],AssiNm[Stat32]);
   end;
   if not(Quit) then
   begin
      DiskWarning('BOOK.IDX-.RTX');
      CheckF(FileName1);
      CheckF(FileName2);
      if not(FFlag) then EndProg;
      Assign(Rtx,FileName2);
      Reset(Rtx);
      Assign(Idx,FileName1);
      Reset(Idx);
   Label34 :
      if (Stat32 = 1) then Seek(Idx,Pof-1)
                      else Seek(Idx,Stat32-2);
      Read(Idx,Indx);
      Seek(Rtx,Indx.Inx);
      PUFlag := False;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      F1Flag := False;
      ExitS  := False;
      GetMaxLine;
      Repeat
         PageAct;
         While not(KeyPressed or (Line = MaxLine)) do
         begin
            Read(Rtx,Bok);
            TfThaiDisp(1,Line+1,62,OthColor[Mode,0],Bok);
            Line := Line + 1;
         end;
         Ctrl := Readkey;
         Case Ctrl of
            #00 : begin
                     Ctrl := Readkey;
                     Case Ctrl of
                        #62 : ForMulaDisp;
                        #68 : begin
                                 if (Status = 1) then Savedata('S',QuitS)
                                                 else QuitS := True;
                                 if QuitS then
                                 begin
                                    Dirt  := True;
                                    Quit  := True;
                                    ExitS := True;
                                 end
                                 else Dirt := False;
                              end;
                        #59 : Help;
                        #73 : PageUp;
                        #81 : PageDown;
                        else Beep;
                     end;
                  end;
           #27 : if F1Flag then F1Flag := False
                           else Beep;
            ^B : begin
                     if (Status = 1) then Savedata('S',QuitS)
                                     else QuitS := True;
                     if QuitS then
                     begin
                        Dirt  := True;
                        ExitS := True;
                     end;
                  end;
            ^T : if (Status = 1) then
                  begin
Label33 :            Flag := Other;
                     DatRec.SaveCode := 'T';
                     Test(Stat1,OneChapter,Flag,DatRec);
                     Case Flag of
                        Esc   : Dirt := False;
                        F10   : Quit := True;
                     end;
                     if Quit then EndProg
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    else
                       if Dirt then ExitS := True
                       else
                          if Tim1 then
                          begin
                             if (Stat1 = 5) then
                             begin
                                { Congraturation 1 }
                                ExitS := True;
                                Dirt  := True;
                             end
                             else
                             begin
                                { Display Congraturation 2 }
                                Stat1 := Stat1 + 1;
                                InitStudy;
                                goto Label52;
                             end;
                          end
                          else
                          begin
                             { Display Sorry! }
                             InitStudy;
                             if (Stat32 = 1)
                                then TfThaiDisp(7,1,50,OthColor[Mode,8],
                                                AssiNm[Pof])
                                else TfThaiDisp(7,1,50,OthColor[Mode,8],
                                                AssiNm[Stat32]);
                             goto Label54;
                          end;
                    end
                    else
                    begin
                       DirtA := True;
                       ExitS := True;
                    end;
              ^S : begin
                       Repeat
Label51 :                 FileName3 := 'BOOK' + FileName + '.HND';
                          DiskWarning(FileName3);
                          CheckF(FileName3);
                          if not(FFlag) then EndProg;
                          Menu32(FileName3,'b',Stat32);
                          if Quit then
                          begin
                             Dirt  := True;
                             ExitS := True;
                          end;
                          if not(Dirt) then
                          begin
                             PCount := 1;
                             Str(PCount,StNum);
                             SetFillStyle(1,OthColor[Mode,4]);
                             Bar(610,7,GetMaxX,29);
                             TfThaiDisp(61,1,3,OthColor[Mode,8],StNum);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    PUFlag := False;
                    if (Stat32 = 1) then
                    begin
                       FileName3 := 'PROOF' + FileName + '.HND';
                       DiskWarning(FileName3);
                       CheckF(FileName3);
                       if not(FFlag) then EndProg;
                       Menu32(FileName3,'p',Pof);
                       if Quit then
                       begin
                          Dirt  := True;
                          ExitS := True;
                       end;
                       if not(Dirt) then
                       begin
                          if (SCode = 1) then
                          begin
                             Close(Idx);
                             Close(Rtx);
                             FileName1 := 'PROOF' + FileName + '.IDX
';
                             FileName2 := 'PROOF' + FileName + '.RTX
';
                             DiskWarning('PROOF.IDX-.RTX');
                             CheckF(FileName1);
                             CheckF(FileName2);
                             if not(FFlag) then EndProg;
                             Assign(Rtx,FileName2);
                             Reset(Rtx);
                             Assign(Idx,FileName1);
                             Reset(Idx);
                             SCode  := 0;
                          end;
                          Seek(Idx,Pof-1);
                          Read(Idx,Indx);
                          Seek(Rtx,Indx.Inx);
                          GetMaxLine;
                          SetFillStyle(1,OthColor[Mode,4]);
                          Bar(70,7,569,29);
                          TfThaiDisp(7,1,6,OthColor[Mode,8],
                                     'บทพิสูจน์');
                          TfThaiDisp(14,1,50,OthColor[Mode,8],
                                     AssiNm[Pof]);
                          SetFillStyle(1,OthColor[Mode,2]);
                          Bar(0,30,GetMaxX-9,MaxY-30);
                       end;
                    end
                    else
                    begin
                       if (SCode = 0) then
                       begin
                          Close(Idx);
                          Close(Rtx);
                          FileName1 := 'BOOK' + FileName + '.IDX';
                          FileName2 := 'BOOK' + FileName + '.RTX';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                DiskWarning('BOOK.IDX-.RTX');
                                CheckF(FileName1);
                                CheckF(FileName2);
                                if not(FFlag) then EndProg;
                                Assign(Rtx,FileName2);
                                Reset(Rtx);
                                Assign(Idx,FileName1);
                                Reset(Idx);
                                SCode  := 1;
                             end;
                             Seek(Idx,Stat32-2);
                             Read(Idx,Indx);
                             Seek(Rtx,Indx.Inx);
                             GetMaxLine;
                             SetFillStyle(1,OthColor[Mode,4]);
                             Bar(70,7,569,29);
                             TfThaiDisp(7,1,50,OthColor[Mode,8],
                                        AssiNm[Stat32]);
                             SetFillStyle(1,OthColor[Mode,2]);
                             Bar(0,30,GetMaxX-9,MaxY-30);
                          end;
                       end;
                    Until (Dirt or (Line = 1));
                 end;
              else beep;
           end;
        Until Exit3;
        Close(Idx);
        Close(Rtx);
     end;
End;

BEGIN
   GraphInit;
   SetUp;
   Initial;
   MainMenu;
   PullDown(25,5,1,4,Dum,Dum,Status);
   While not(Quit) do
   begin
      Case Status of
         1 : begin
                Menu11;
                Repeat
                   PullDown(18,6,1,MChap,Dirt,Dum,Stat1);
                   if not(Dirt) and not(Quit) then
                   begin
                      if (Stat1 = 1) then
                      begin
                         DirtB     := False;
                         Repeat
                            Str(Stat1,FileName);
                            FileName3 := 'BOOK' + FileName + '.HND';
                            DiskWarning(FileName3);
                            CheckF(FileName3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        if not(FFlag) then
                        begin
                           CloseWind(1,0);
                           EndProg;
                        end;
                        Menu32(FileName3,'b',Stat32);
                        if Quit then
                        begin
                           Dirt  := True;
                           DirtB := True;
                           CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
                        end
                        else if Dirt then
                             begin
                                Dirt  := False;
                                DirtB := True;
                             end
                             else
                             begin
                                if (Stat32 = 1) then
                                begin
                                   Str(Stat1,FileName);
                                   FileName3 := 'PROOF'+FileName+'.HND'
;
                                   DiskWarning(FileName3);
                                   CheckF(FileName3);
                                   if not(FFlag) then
                                   begin
                                      CloseWind(1,0);
                                      EndProg;
                                   end;
                                   Menu32(FileName3,'p',Pof);
                                   if Quit then
                                   begin
                                      CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
                                      DirtB := True;
                                      Dirt := True;
                                   end
                                   else
                                   begin
                                      if Dirt then Dirt := False
                                      else
                                      begin
                                         CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
Label1 :                                 Study;
                                         if not(Quit) then MainMenu;
                                         DirtB := True;
                                      end;
                                   end;
                                end
                                else
                                begin
                                   CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
Label2 :                           Study;
                                   if not(Quit) then MainMenu;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                    DirtB := True;
                                 end;
                              end;
                        Until DirtB;
                     end
                     else
                     begin                              { Pre Test Before Stud
y}
                        Menu12;
                        if Quit then
                        begin
                           CloseWind(WBkColor[Mode,2],0);
                           CloseWind(WBkColor[Mode,2],0);
                        end
                        else
                           if Dirt then Dirt := False
                           else
                           begin
                              CloseWind(WBkColor[Mode,2],0);
                              CloseWind(WBkColor[Mode,2],0);
Label3 :                      Flag := Other;
                              DatRec.SaveCode := 'P';
                              Test(Stat1,AllChapter,Flag,DatRec);
                              Case Flag of
                                Esc : Dirt := False;
                                F10 : Quit := True;
                              end;
                              if Quit then EndProg
                              else
                                 if Dirt then MainMenu
                                 else
                                   if Tim1 then Study
                                   else
                                   begin
                                      Dirt := True;
                                      MainMenu;
                                   end;
                           end;
                     end;
                  end
                  else
                  begin
                     Dirt := True;
                     CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);
                  end;
               Until Dirt;
            end;
         2 : begin
               Menu20;
               Repeat
                  Menu21(SavNum);
                  if not(Dirt or Quit) then Menu22(SavNum);
               Until (Dirt or Quit or Check);
               if (Quit or Check) then CloseWind(WBkColor[Mode,1],0)
                                  else CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                if Check then
                begin
                   Check := False;
                   With DatRec do
                   begin
                      Status := SaveStatus;
                      Case SaveCode of
                         'S' : begin
                                  Stat1 := ChapSave;
                                  if (StudyCd = 0) then
                                  begin
                                     Stat32 := 1;
                                     Pof := AssiSave;
                                  end
                                  else Stat32 := AssiSave;
                               end;
                       'F','P' : begin
                               end;
                          'T' : begin
                               end;
                      end;
                      Close(SavCdFi);
                      Case SaveCode of
                        'S' : if (Stat32 = 1) then
                               begin
                                  Str(Stat1,FileName);
                                  FileName3 := 'PROOF' + FileName + '.HND';
                                  DiskWarning(FileName3);
                                  CheckF(FileName3);
                                  if not(FFlag) then EndProg;
                                  Assign(TxFi,FileName3);
                                  Reset(TxFi);
                                  Count := 1;
                                  Repeat        {Read Text Until End Of Fi
le}
                                     Readln(TxFi,AssiNm[Count]);
                                     Count := Count + 1;
                                  Until Eof(TxFi);
                                  Close(TxFi);
                                  goto Label1
                               end
                               else
                               begin
                                  Str(Stat1,FileName);
                                  FileName3 := 'BOOK' + FileName + '.HND';
                                  DiskWarning(FileName3);
                                  CheckF(FileName3);
                                  if not(FFlag) then EndProg;
                                  Assign(TxFi,FileName3);
                                  Reset(TxFi);
                                  Count := 1;
                                  Repeat         {Read Text Until End Of Fi
le}
                                     Readln(TxFi,AssiNm[Count]);
                                     Count := Count + 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        Until Eof(TxFi);
                        Close(TxFi);
                        goto Label2
                     end;
               'P' : Goto Label3;
               'T' : if (Status = 1) then
                     begin
                        LoadTest := True;
                        Study;
                     end
                     else Goto Label4;
               'F' : Goto Label4;
            end;
         end;
      end
   end;
3 : begin
      Menu11;
      Repeat
         PullDown(18,6,1,MChap,Dirt,Dum,Stat1);
         if Dirt then CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);
         if Quit then CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
         if Dirt or Quit then Dirt := True
         else
         begin
            DirtB    := False;
            Repeat
               Str(Stat1,FileName);
               FileName3 := 'BOOK' + FileName + '.HND';
               DiskWarning(FileName3);
               CheckF(FileName3);
               if not(FFlag) then
               begin
                  CloseWind(1,0);
                  EndProg;
               end;
               Menu32(FileName3,'b',Stat32);
               if Quit then
               begin
                  Dirt  := True;
                  DirtB := True;
                  CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
               end
               else if Dirt then
                    begin
                       Dirt  := False;
                       DirtB := True;
                    end
                    else
                    begin
                       if (Stat32 = 1) then
                       begin
                          Str(Stat1,FileName);
                          FileName3 := 'PROOF'+FileName+'.HND';
                          DiskWarning(FileName3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                    ChackF(FileName3);
                                    if not(FFlag) then
                                    begin
                                        CloseWind(1,0);
                                        EndProg;
                                    end;
                                    Menu32(FileName3,'p',Pof);
                                    if not(Quit) then
                                    begin
                                       if Dirt then Dirt := False
                                       else
                                       begin
                                          CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
                                          Repeat
                                             Study;
                                          Until (Quit or Dirt or DirtA);
                                          if DirtA then
                                          begin
                                             MainMenu;
                                             Menu11;
                                             DirtA := False;
                                          end;
                                          if Dirt and not(Quit) then MainMe
nu;
                                          DirtB := True;
                                       end;
                                    end
                                    else
                                    begin
                                       Dirt  := True;
                                       DirtB := True;
                                    end;
                                 end
                                 else
                                 begin
                                    CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
                                    Repeat
                                       Study;
                                    Until (Quit or Dirt or DirtA);
                                    if DirtA then
                                    begin
                                       MainMenu;
                                       Menu11;
                                       DirtA := False;
                                    end;
                                    if Dirt and not(Quit) then MainMenu;
                                    DirtB := True;
                                 end;
                              end;
                           Until DirtB;
                        end;
                     Until Dirt or Quit;
                  end;
               4 : begin
                     Stat4 := 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Menu41;
                Repeat
                   PullDown(18,5,1,6,Dirt,Dum,Stat4);
                   if (Dirt or Quit) then
                   begin
                      if Quit then CloseWind(WBkColor[Mode,1],0)
                              else CloseWind(WBkColor[Mode,1],1);
                      Dirt := True;
                   end
                   else
                   begin
                      CloseWind(WBkColor[Mode,1],0);
Label4 :              Flag := Other;
                      if (Stat4 = 6) then
                      begin
                         DatRec.SaveCode := 'F';
                         Test(6,AllChapter,Flag,DatRec);
                      end
                      else
                      begin
                         DatRec.SaveCode := 'P';
                         Test(Stat4,TestOneChapter,Flag,DatRec);
                      end;
                      if (Flag = F10) then Quit := True
                                      else MainMenu;
                   end;
             Until Dirt or Quit;
          end;
      end;
      if Dirt and not(Quit) then
      begin
         DirtC := False;
         WCol  := WBkColor[Mode,1];
         PullDown(25,5,1,4,Dum,Dum,Status);
         Dirt  := False;
      end;
   end;
   EndProg;
END.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Procedure Test(Chapter,CheckChapter : Integer;
                      Var Flag      : Flagtype ;
                      Var DatRec    : DataRec);
Const
    YesNo       : Array[1..2]  OF String[3] = ('Yes','No');
    Choice      : Array[1..5]  OF Char      = ( 'ก','ข','ค','ง','จ');
    ColorMono   : Array[1..10] OF Word      = (1,0,1,0,1,0,1,1,0,1);
    ColorColor  : Array[1..10] OF Word      = (Green,Black,Yellow,LightGreen
,
                                               Brown,Yellow,9,DarkGray,Red,Wh
ite);
    BarInput    : Array[1..6]  OF String[30] = ('ลง,เข้า','ลง,ออก','ไม่,ลง,เข
้า',
                                               'ลง,เข้าอย่,างมีเงื่,อนไข','ลง
,เข้าอย่,างสมบรณ์',
                                               'ไม่,ลง,เข้าอย่,างสมบรณ์');
    NumberRan   : Array[1..5]  OF Byte      = (20,20,10,5,10);
    Pass                = 'ผ่,าน';
    NotPass             = 'ไม่,ผ่,าน';
    Right               = 'ถกก';
    Wrong               = 'ผิด';
    Zero                = 0;
    One                 = 1;
    Two                 = 2;
    Three               = 3;
    Four                = 4;
    Five                = 5;
    Six                 = 6;
    Seven               = 7;
    Eight               = 8;
    Nine                = 9;
    Ten                 = 10;
    ColorOne            = 1;
    ColorTwo            = 2;
    ColorThree          = 3;
    ColorFour           = 4;
    ColorFive           = 5;
    ColorSix            = 6;
    ColorSeven          = 7;
    ColorEight          = 8;
    ColorNine           = 9;
    ColorTen            = 10;
    MaxLine             = 7;
    MaxDesLine          = 6;
    MaxChoice           = 5;
    MaxY                = 348;
    MinPass             = 70.00;
    SmallestPass        = 0.075;
    SharDow             = True;
    Open                = True;
    CheckAnsWer         = True;
    Help                = True;
    NotHelp             = False;
    Score               = False;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    NotSharDow          = False;
    NotOpen             = False;

Type

       Inx      =  Record
                    Qtype  : char;
                    Qinx,
                    Qline,
                    Ainx,
                    Aline,
                    Einx,
                    Eline  : integer
                   End;
       FinalRec =  Record
                    Number       : String[2];
                    UserAnsWer   : String[30];
                    RightOrWrong : String[3];
                   End;
       IndexRec = Record
                   RecNum       : integer;
                   Case AnsType : Char OF
                    'C'  : (AnsSelect,RightSelect : Char);
                    'A'  : (AnsWrite,RightWrite   : String[13]);
                    'Z'  : (AnsBar,RightBar       : String[30]);
                  end;
       OutScoreType       = Array[1..MaxQust]   OF FinalRec;
       ThaiType           = Array[1..100]       OF String[55];
       CheckType          = Array[1..MaxQust]   OF Boolean;

Var
    MainIndexFile                    : File OF Inx;
    QuestionFile,AnsWerFile,
    ExpandFile                       : File OF String;
    Color                            : Array[One..Ten]   OF Word;
    Index                            : Array[One..MaxQust] OF IndexRec;
    Thai                             : ThaiType;
    MainIndexRecord                  : Inx;
    TextColor,Color2                 : Word;
    MaxX,All_Record_Test             : Integer;
    Buffer                           : String;
    CheckFlag                        : Boolean;
    I                                : byte;


Procedure ThaiDispTF(Col,Row,Long,Color : Integer;St : String);
  begin
    ThaiDisP(Col,Row,Long,Color,St + #254);
  end;

Procedure OutFillStyle(X1,Y1,X2,Y2,Fill,Color : Integer);
  begin
     SetFillStyle(Fill,Color);
     Bar(X1,Y1,X2,Y2);
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Procedure OpenSharDow(X1,Y1,X2,Y2,Color1 : Integer;
                      SharDow,OpenWind : Boolean);
  begin

     IF SharDow Then
       begin
        IF OpenWind Then
           OpenWinDow(X1-Two,Y1-Two,X2+17+Two,Y2+13+Two);
        OutFillStyle(X1-Two,Y1-Two,X2+Two,Y2+Two,One,Color[ColorTwo]);
        OutFillStyle(X1+17,Y1+13,X2+17,Y2+13,9,Color[ColorEight]); {Shardow
}
        RecTangle(X1,Y1,X2,Y2);
        OutFillStyle(X1+Two,Y1+Two,X2-Two,Y2-Two,
                     Color[ColorSeven],Color1);
       end
     Else
       begin
         IF OpenWind Then
             OpenWinDow(X1-Two,Y1-Two,X2+Two,Y2+Two);
         RecTangle(X1,Y1,X2,Y2);
         OutFillStyle(X1+Two,Y1+Two,X2-Two,Y2-Two,
                     Color[ColorSeven],Color1);
       end;

  end;

Procedure OutScreen;
Var Row,Col : integer;
   St       : String[Two];
  begin
       Rectangle(0,0,639,MaxY-Two);
       Rectangle(55,7,120,30);
       ThaiDisPtf(6,1,3,Color[ColorThree],'ข้อที่');
       RecTangle(0,0,639,346);
       RecTangle(0,281,639,MaxY-Two);
       OutFillStyle(1,MaxY-25,638,MaxY-Three,One,Color[ColorTen]);
       ThaiDisPtf(1,14,15,Color[ColorNine],'F1-คำอธิบาย');
       ThaiDisPtf(15,14,10,Color[ColorNine],'F3-ดูคำตอบ');
       ThaiDisPtf(28,14,20,Color[ColorNine],'Tab-เปลี่ยนจอภาพ');
       ThaiDisPtf(46,14,20,Color[ColorNine],'Ctrl F-ตรวจข้อสอบ');

  end;

Procedure ShowThai(PgNow,AllPage,AllLine : Integer);
 var
    St        : String;
    I,Number  : Integer;
    Line      : Byte;
 begin
  OutFillStyle(5,36,630,280,One,Color[ColorTwo]);
  IF  PgNow = AllPage Then Number := AllLine
  Else Number := PgNow*MaxLine;
  For i := (PgNow*MaxLine)-(MaxLine-One)  to  Number Do
     begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        IF (i mod MaxLine = Zero) then
           Line := MaxLine
        Else
           Line := I mod MaxLine;
        ThaiDisPtf(3,2+Line,70,Color[ColorThree],Thai[i]);
      end;
 end;

 Procedure OutPgUpPgDn(PgNow,AllPage : Integer);
 begin
     IF AllPage <> One Then
       IF PgNow = One  Then  OutTextXY(500,MaxY-80,'   PgDn')
       Else IF PgNow = AllPage Then OutTextXY(500,MaxY-80,'   PgUp')
       Else OutTextXY(500,MaxY-80,'PgUp/PgDn');
 end;

FuncTion AnsWerOk : Boolean;
  begin
    OpenSharDow(100,70,400,120,Color[ColorOne],SharDow,Open);
    ThaiDisPtf(12,4,40,Color[ColorSix],'ท่านจะเปลี่ยนคำตอบหรือไม่  Y/N');
    Ch := ReadKey;
    IF (Ch = 'N') Or (Ch = 'n') Then AnsWerOk := True
    Else AnsWerOk := False;
    CloseWindow(One);
  end;

Procedure CloseAllFile;
 begin
   Close(Mainindexfile);
   Close(QuestionFile);
   Close(AnswerFile);
 end;



Procedure ReadFileThai( Var  Buffer : String;
                        Var  RecordNow,AllPage,AllLine : Integer);
var
    I             : Integer;
    St1,St2,
    St3,St        : String;
 Procedure SetValueForFile( ReCordnow : integer;
                            Var St1,St2,St3 : string);
 Var Chap : String;
 begin
  IF ((CheckChapter = OneChapter) Or (CheckChapter = TestOneChapter)  Or
     ((CheckChapter = OldData) And (DatRec.SaveCode = 'T'))) Then
     Begin
       Str(Chapter,Chap);
       St1 := 'TEST'+Chap+'.IDX';
       St2 := 'TEST'+Chap+'.QST';
       St3 := 'TEST'+Chap+'.ANW';
     end
  Else
    Case RecordNow OF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        One..Each_Chapter_test
              : begin
                  St1 := 'TEST1.IDX';
                  St2 := 'TEST1.QST';
                  St3 := 'TEST1.ANW';
                end;
Each_Chapter_test+1..Two*Each_Chapter_test
              : begin
                  St1 := 'TEST2.IDX';
                  St2 := 'TEST2.QST';
                  St3 := 'TEST2.ANW';
                end;
Two*Each_Chapter_test+1..Three*Each_Chapter_test
             : begin
                  St1 := 'TEST3.IDX';
                  St2 := 'TEST3.QST';
                  St3 := 'TEST3.ANW';
                end;
Three*Each_Chapter_test+1..Four*Each_Chapter_test
            : begin
                  St1 := 'TEST4.IDX';
                  St2 := 'TEST4.QST';
                  St3 := 'TEST4.ANW';
                end;
Four*Each_Chapter_test+1..Five*Each_Chapter_test
           : begin
                  St1 := 'TEST5.IDX';
                  St2 := 'TEST5.QST';
                  St3 := 'TEST5.ANW';
                end;
     end;

 end;

Procedure OperaTionFile(Buffer,St1,St2,St3 : String);
  begin
    IF Buffer <> 'BEGIN' Then
               begin
                Close(MainIndexFile);
                Close(QuestionFile);
                Close(AnsWerFile);
               end;
    Assign(MainIndexFile,St1);
    Assign(QuestionFile,St2);
    Assign(AnsWerFile,St3);
    Reset (MainIndexFile);
    Reset (QuestionFile);
    Reset (AnsWerFile);

  end;

 BEGIN
        SetValueForFile(ReCordNow,St1,St2,St3);
        IF Buffer <> St1 Then
           begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
              OperaTionFile(Buffer,St1,St2,St3);
              Buffer := St1;
           end;
        Seek(MainIndexFile,InDex[RecordNow].RecNum);
        Read(MainIndexFile,MainIndexRecord);
        AllLine := MainIndexRecord.Qline;
        For i := One To AllLine Do
           begin
             Seek(QuestionFile,MainIndexRecord.Qinx+i-One);
             Read(QuestionFile,St);
             Thai[i] := St;
           end;
        IF (MainIndexRecord.Qline Mod MaxLine) = Zero Then
             AllPage := (MainIndexRecord.Qline Div MaxLine)
        Else AllPage := (MainIndexRecord.Qline Div MaxLine)+One;
END;


Procedure DoIndex;
 Procedure SetInDexAllChapter;
 var
    Check        : Array[One..Each_Chapter_Test] OF byte;
    Flag         : Boolean;
    RandRec,
    RecCheck     : Integer;
    i,
    j,k,
    RecNum       : Integer;
    St1          : String;

 begin
   RecNum := One;
   Randomize;
   All_Record_test := (Chapter-One)*Each_Chapter_Test;
   For i := One to Chapter-One Do
    begin
      Str(i,St1);
      Assign(MainIndexFile,'TEST'+ St1 + '.IDX');
      Assign(AnsWerFile,'TEST'+ St1 + '.ANW');
      Reset(MainIndexFile);
      Reset(AnsWerFile);
      j := One;
      Repeat
         RandRec := Random(NumberRan[i]);
         Flag  := true;
         IF j > One Then
               For k := One to j-One Do
                 IF Check[k] = RandRec Then Flag := False;
         IF  flag Then
            begin
              Check[j] := RandRec;
              Seek(MainIndexFile,RandRec);
              Read(MainIndexFile,MainIndexRecord);
              Seek(AnsWerFile,MainIndexRecord.Ainx);
              Read(AnsWerFile,St1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            While Pos(' ',St1) > 0 Do
               Delete(St1,Pos(' ',St1),One);
            With InDex[RecNum] do
                 begin
                     RecNum  := RandRec;
                     AnsType := MainIndexRecord.Qtype ;
                     Case AnsType OF
                       'C'   : Begin
                                 RightSelect := St1[One];
                                 AnsSelect   := ' ';
                               End;

                       'A'   : begin
                                 RightWrite  := St1;
                                 AnsWrite    := '';
                               end;
                       'Z'   : begin
                                 RightBar    := St1;
                                 AnsBar      := '';
                               end;
                     end;
                 end;
             Inc(RecNum);
             Inc(j);
           end;
    Until  j > Each_Chapter_test;
    Close(MainIndexFile);
    Close(AnsWerFile);
  end;
   DatRec.Chapter          := Chapter;
    For j := One to (Chapter-One)*Each_Chapter_test Do
       Begin
         DatRec.UsQst[j].RecNum      := Index[j].Recnum;
         DatRec.UsQst[j].UserAnswer  := '';
       End;
end;

Procedure SetInDexOneChapter;
 var
   Check        : Array[One..Each_Chapter_Test] OF byte;
   Flag         : Boolean;
   RandRec,
   RecCheck     : Integer;
   i,j,k,
   RecNum       : Integer;
   St1          : String;

 begin
     All_Record_test := Each_Chapter_Test;
     Str(Chapter,St1);
     Assign(MainIndexFile,'TEST'+ St1 + '.IDX');
     Assign(AnsWerFile,'TEST'+ St1 + '.ANW');
     Reset(MainIndexFile);
     Reset(AnsWerFile);
     j      := One;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      RecNum := One;
      Repeat
         RandRec := Random(NumberRan[Chapter]);
         Flag  := True;
         IF j > One Then
               For k := One to j-One Do
                 IF Check[k] = RandRec Then Flag := False;
         IF  Flag Then
            begin
              Check[j] := RandRec;
              Seek(MainIndexFile,RandRec);
              Read(MainIndexFile,MainIndexRecord);
              Seek(AnsWerFile,MainIndexRecord.Ainx);
              Read(AnsWerFile,St1);
              While Pos(' ',St1) > Zero Do
                 Delete(St1,Pos(' ',St1),One);
              With InDex[RecNum] do
                   begin
                        RecNum  := RandRec;
                        AnsType := MainIndexRecord.Qtype ;
                        Case AnsType OF
                          'C'   : Begin
                                    RightSelect := St1[One];
                                    AnsSelect   := ' ';
                                  End;

                          'A'   : begin
                                    RightWrite  := St1;
                                    AnsWrite    := '';
                                  end;
                          'Z'   : begin
                                    RightBar    := St1;
                                    AnsBar      := '';
                                  end;
                        end;
                   end;
              Inc(RecNum);
              Inc(j);
            end;
      Until  j > Each_Chapter_test;
      DatRec.Chapter          := Chapter;
      For i := One to Each_Chapter_test Do
         Begin
            DatRec.UsQst[i].RecNum      := Index[i].Recnum;
            DatRec.UsQst[i].UserAnswer  := '';
         End;
      Close(MainIndexFile);
      Close(AnsWerFile);
 end;

Procedure SetIndexOldData;
Var i,j,k : Integer;
    St1 : String;
  begin
    IF DatRec.SaveCode = 'T' Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Begin
          All_Record_test := Each_Chapter_Test;
          Str(DatRec.Chapter,St1);
          Assign(MainIndexFile,'TEST'+St1+'.IDX');
          Assign(AnsWerFile,'TEST'+St1+'.ANW');
          Reset(MainIndexFile);
          Reset(AnsWerFile);
          For j := One To Each_Chapter_Test Do
            Begin
              Index[j].RecNum := DatRec.UsQst[j].RecNum;
              Seek(MainIndexFile,Index[j].RecNum);
              Read(MainIndexFile,MainIndexRecord);
              Seek(AnsWerFile,MainIndexRecord.Ainx);
              Read(AnsWerFile,St1);
              While Pos(' ',St1) > Zero Do
                Delete(St1,Pos(' ',St1),One);
              While Pos(' ',DatRec.UsQst[j].UserAnswer) > Zero Do
                Delete(DatRec.UsQst[j].UserAnswer,
                       Pos(' ',DatRec.UsQst[j].UserAnswer),One);
              With Index[j] Do
                begin
                  AnsType := MainIndexRecord.Qtype;
                  Case AnsType of
                    'C' : Begin
                            RightSelect := St1[One];
                            AnsSelect   := DatRec.UsQst[j].UserAnswer[One]
;
                          End;
                    'A' : Begin
                            RightWrite  := St1;
                            AnsWrite    := DatRec.UsQst[j].UserAnswer;
                          End;
                    'Z'   : begin
                              RightBar    := St1;
                              AnsBar      := DatRec.UsQst[j].UserAnswer;
                            end;
                  end;
                end;
            End;
            Close(MainIndexFile);
            Close(AnsWerFile);
        End
      Else
        Begin
        All_Record_test := (Chapter-One)*Each_Chapter_Test;
        For i := One To Chapter-One Do
         begin
          Str(i,St1);
          Assign(MainIndexFile,'TEST'+St1+'.IDX');
          Assign(AnsWerFile,'TEST'+St1+'.ANW');
          Reset(MainIndexFile);
          Reset(AnsWerFile);
          K := (i-One)*Each_Chapter_test;
          For j := One To Each_Chapter_test Do
            Begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Index[k+j].RecNum := DatRec.UsQst[k+j].RecNum;
            Seek(MainIndexFile,Index[k+j].RecNum);
            Read(MainIndexFile,MainIndexRecord);
            Seek(AnsWerFile,MainIndexRecord.Ainx);
            Read(AnsWerFile,St1);
            While Pos(' ',St1) > Zero Do
                  Delete(St1,Pos(' ',St1),One);
            While Pos(' ',DatRec.UsQst[k+j].UserAnswer) > Zero Do
              Delete(DatRec.UsQst[k+j].UserAnswer,
                     Pos(' ',DatRec.UsQst[k+j].UserAnswer),One);
            With Index[k+j] Do
              begin
                 AnsType := MainIndexRecord.Qtype;
                 Case AnsType of
                   'C' : Begin
                           RightSelect := St1[One];
                           AnsSelect   := DatRec.UsQst[k+j].UserAnswer[On
e];
                         End;
                   'A' : Begin
                           RightWrite  := St1;
                           AnsWrite    := DatRec.UsQst[k+j].UserAnswer;
                         End;
                   'Z'   : begin
                            RightBar   := St1;
                            AnsBar     := DatRec.UsQst[k+j].UserAnswer;
                           end;
                 end;
              end;
            End;
            Close(MainIndexFile);
            Close(AnsWerFile);
          end;
        End;

 end;


 BEGIN
    RanDomize;
    Case CheckChapter Of
         AllChapter     : SetInDexAllChapter;
         OneChapter     : SetInDexOneChapter;
         TestOneChapter : SetInDexOneChapter;
         OldData        : SetInDexOldData;
    End;
 END;



Procedure OutScoreAndCheckAnsWer(CheckAnsWer : Boolean);
var
  Page,I,N     : Integer;
  AllPage      : Integer;
  Buffer       : Integer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Start        : Integer;
  NumberRight  : Integer;
  Quit         : Boolean;
  PerCentRight : Real;
  OutScore     : OutScoreType;

Procedure ReadKeyCtrlF(Var Page,N,AllPage : Integer);
Var
 Quit : Boolean;

begin
  Quit := False;
  Repeat
     Ch := ReadKey;
     Case Ch OF
       #00  : begin
                Ch := ReadKey;
                Case Ch OF
          {Home}  #71  : IF Page <> One Then
                           begin
                             Page := One ;
                             Bar(82,55,448,298);
                             Quit := True;
                           end
                         Else Beep;
          {PgUp}    #73  : IF Page <> One Then
                             begin
                              Dec(page);
                              Bar(82,55,448,298);
                              Quit := True;
                             end
                         Else
                           Beep;
          {End}     #79  : IF Page <> AllPage Then
                           begin
                             Page := AllPage;
                             Bar(82,55,448,298);
                             Quit := True;
                           end
                         Else Beep;
          {PgDn}    #81  : IF N <> All_Record_Test then
                             begin
                              Inc(page);
                              Bar(82,55,448,298);
                              Quit := True;
                             end
                        Else
                           Beep;
                  Else
                     Beep;
              end;
            end;
       #27  : begin
               Quit := true;
               Page := -99;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                end;
          Else
               Beep;
        end;
     Until Quit;

 end;

Procedure SetAnsWerOutPut(Var OutScore : OutScoreType;
                          Var NumberRight : Integer);
var
   I,Code       : Integer;
   User_AnsWer,
   Right_AnsWer : Real;
 begin
    For i := One to All_Record_Test do
       begin
         With InDex[i] do
           begin
              Str(i:2,OutScore[i].Number);
              Case AnsType OF
                 'C' : begin
                         OutScore[i].UserAnsWer  := AnsSelect;
                         IF AnsSelect = RightSelect then
                           begin
                             OutScore[i].RightOrWrong := Right;
                             Inc(NumberRight)
                           end
                         Else
                             OutScore[i].RightOrWrong := Wrong;
                       end;
                 'A' : begin
                         OutScore[i].UserAnsWer  := AnsWrite;
                         Val(RightWrite,Right_Answer,Code);
                         Val(AnsWrite,User_Anewer,Code);
                         IF Code = Zero  Then
                         Begin
                          IF Abs(User_AnsWer - Right_AnsWer) <= SmalleetPas
s
                           Then
                           begin
                             OutScore[i].RightOrWrong := Right;
                              Inc(NumberRight)
                           end
                        Else
                             OutScore[i].RightOrWrong := Wrong;
                        End
                       Else
                            OutScore[i].RightOrWrong := Wrong;
                     end;
                'Z' : Begin
                        OutScore[i].UserAnsWer       := AnsBar;
                        IF AnsBar = RightBar  then
                          begin
                            OutScore[i].RightOrWrong := Right;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        Inc(NumberRight)
                      end
                    Else
                        OutScore[i].RightOrWrong := Wrong;
                    End;
              end;
            end;
        end;
 end;

  Procedure WritePercent(PerCentRight: Real);
  var
   Test         : String[10];
   St           : String[10];
  begin
     IF PerCentRight >= MinPass Then
          Test := Pass
     Else
          Test := NotPass;
     Str(PerCentRight:4:2,St);
     ThaiDisPtf(10,10,27,Color[ColorFour],'คะแนนเฉลี่ยที่ได้     :=        %
');
     ThaiDisPtf(30,10,5,Color[ColorFour],St);
     ThaiDisPtf(10,11,30,Color[ColorFour],'คะแนนมาตรฐาน    :=  70.00 %');
     ThaiDisPtf(10,12,30,Color[ColorFour],'      ผลการสอบ -->');
     ThaiDisPtf(30,12,10,Color[ColorSix],Test);
  end;

  begin
    Page := One;
    Quit := False;
    NumberRight := Zero;
    SetAnsWerOutPut(OutScore,NumberRight);
    IF  CheckAnsWer = Score Then
       begin
          PerCentRight := (NumberRight/All_Record_Test)*100;
          IF PerCentRight >= MinPass Then
             Flag := TestPass
          Else
             Flag := TestNotPass;
       end
    Else NumberRight := Zero;
    IF (All_Record_test Mod MaxDesLine ) = 0 Then
         AllPage := All_Record_Test Div MaxDesLine
    Else AllPage := (All_Record_Test Div MaxDesLine) + 1;
    OutFillstyle(82,22,448,298,Color[ColorSeven],Color[ColorFive]);
    If CheckAnsWer Then
       ThaiDisPtf(10,2,25,Color[ColorSix],'ข้อที่.   คำตอบของท่าน')
    Else
       ThaiDisPtf(10,2,44,Color[ColorSix],'ข้อที่.   คำตอบของท่าน     ผลการตร
วจ');
    Repeat
        IF Page*MaxDesLine > All_Record_Test Then
          begin
            N :=  All_Record_Test;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Start := ((Page-One)*MaxDesLine) + One;
          end
        Else IF Page*MaxDesLine = All_Record_Test Then
          begin
           N := All_Record_Test;
           IF N-(MaxDesLine-One) < One then Start := One
           Else Start := N-(MaxDesLine-One);
          end
        Else
          Begin
            N :=  Page*MaxDesLine;
            Start := N-(MaxDesLine-One);
          End;
        For i := Start to N do
           begin
              Buffer := i mod MaxDesLine;
              IF Buffer = Zero then Buffer :=  MaxDesLine;
              With OutScore[i] do
                 begin
                    ThaiDisPtf(10,Buffer+2,2,Color[ColorFour],Number);
                    If (UserAnsWer <> '') And (UserAnsWer <> ' ') Then
                       ThaiDisPtf(19,Buffer+2,30,Color[ColorFour],UserAnsWe
r);
                    If CheckAnsWer = Score Then
                       ThaiDisPtf(33,Buffer+2,3,Color[ColorFour],RightOrWro
ng);
                 end;
           end;
      IF (Start = One) AND ( N = MaxDesLine*Page) AND (N <> All_Record_Test
)
         Then  OutTextXY(350,280,'   PgDn')
      Else IF (Start = One) AND (N = All_Record_Test) Then
           begin
             IF  CheckAnsWer = Score Then WritePerCent(PerCentRight)
           end
      Else IF (Start <> One) AND (N = All_Record_Test) Then
         begin
           IF  CheckAnsWer = Score Then WritePerCent(PerCentRight);
           OutTextXY(350,280,'   PgUp');
         end
      Else If (Start <> One) AND (N <> All_Record_Test)
           Then OutTextXy(350,280,'PgUp/PgDn');
      ReadKeyCtrlF(Page,N,AllPage);
      IF Page = -99 Then Quit := True;
    Until Quit;
  end;


Procedure CtrlF;
 begin
    OpenSharDow(80,20,450,300,Color[ColorFive],SharDow,Open);
    SetColor(LightGreen);
    SetColor(Color[ColorSix]);
    OutScoreAndCheckAnsWer(Score);
    CloseWindow(One);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    SetColor(TextColor);
 end;



Procedure OutRightOrWrong(Help : Boolean;RecNow : Integer);
Var
    HelpFile    : File Of Inx;
    St      : String[Three];
    AllPage,PageNow,
    AllLine : Integer;
    ThaiDes : ThaiType;

Procedure ShowThaiDes(Var PageNow,AllPage,AllLine : Integer);
var
  I,N           : Integer;
  Buffer        : Integer;
  Start         : Integer;

  begin
       IF PageNow*MaxDesLine > AllLine Then
         begin
          N :=  AllLine;
          Start := ((PageNow-One)*MaxDesLine) + One;
         end
       Else IF PageNow*MaxDesLine = AllLine Then
         begin
          N := AllLine ;
          IF N-(MaxDesLine-One) < One then Start := One
          Else Start := N-(MaxDesLine-One);
         end
       Else
         Begin
          N :=  PageNow*MaxDesLine;
          Start := N-(MaxDesLine-One);
         End;
       For i := Start to N do
          begin
             Buffer := i mod MaxDesLine;
             IF Buffer = Zero then Buffer :=  MaxDesLine;
             ThaiDisPtf(4,Buffer+Three,40,Color[ColorSix],ThaiDes[i]);
          end;
     IF (Start = One) AND ( N = MaxDesLine*PageNow) AND (N <> AllLine)
        Then  OutTextXY(350,280,'   PgDn')
     Else IF (Start <> One) AND (N = AllLine) Then
          OutTextXY(350,280,'   PgUp')
     Else If (Start <> One) AND ( N = MaxDesLine*PageNow) AND (N <> AllLin
e)
          Then OutTextXy(350,280,'PgUp/PgDn');
  end;

Procedure ReadKeyDes(Var PageNow,AllPage,AllLine : Integer);
var
  Quit : Boolean;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  begin
     Quit := False;
     Repeat
      Ch := ReadKey;
      Case Ch OF
        #00  : begin
                  Ch := ReadKey;
                  Case Ch OF
             {Home}  #71  : IF PageNow <> One Then
                               begin
                                  PageNow := One ;
                                  Bar(33,68,458,292);
                                  ShowThaiDes(PageNow,AllPage,AllLine);
                                end
                              Else Beep;

            {PgUp}    #73  : IF PageNow <> One Then
                                 begin
                                  Dec(PageNow);
                                  Bar(33,68,458,292);
                                  ShowThaiDes(PageNow,AllPage,AllLine);
                                 end
                               Else
                                  Beep;
            {End}     #79  : IF Pagenow <> AllPage Then
                               begin
                                  PageNow := AllPage;
                                  Bar(33,68,458,292);
                                  ShowThaiDes(PageNow,AllPage,AllLine);
                               end
                             Else Beep;
            {PgDn}    #81  : IF PageNow <> AllPage then
                                 begin
                                  Inc(PageNow);
                                  Bar(33,68,458,292);
                                  ShowThaiDes(PageNow,AllPage,AllLine);
                                 end
                              Else
                                 Beep;
                        Else
                           Beep;
                  end;
               end;
        #27  : begin
                 Quit := true;
               end;
        Else
             Beep;
      end;
     Until Quit;
  end;

Procedure OpenFileExpand(RecordNow : Integer);
Var St1,St2,Chap : String;
  begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      IF ((CheckChapter = OneChapter) Or (CheckChapter = TestOneChapter) Or
     ((CheckChapter = OldData) And (DatRec.SaveCode = 'T'))) Then
     Begin
       Str(Chapter,Chap);
       St1 := 'TEST'+Chap+'.IDX';
       St2 := 'TEST'+Chap+'.EXP';
     end
  Else
    Case RecordNow OF
        One..Each_Chapter_test
              : begin
                   St1 := 'TEST1.IDX';
                   St2 := 'TEST1.EXP';
                end;
Each_Chapter_test+1..Two*Each_Chapter_test
              : begin
                   St1 := 'TEST2.IDX';
                   St2 := 'TEST2.EXP';
                end;
Two*Each_Chapter_test+1..Three*Each_Chapter_test
             : begin
                   St1 := 'TEST3.IDX';
                   St2 := 'TEST3.EXP';
                end;
Three*Each_Chapter_test+1..Four*Each_Chapter_test
             : begin
                   St1 := 'TEST4.IDX';
                   St2 := 'TEST4.EXP';
                end;
Four*Each_Chapter_test+1..Five*Each_Chapter_test
             : begin
                   St1 := 'TEST5.IDX';
                   St2 := 'TEST5.EXP';
                end;
     end;
     Assign(HelpFile,St1);
     Assign(ExpandFile,St2);
     Reset(HelpFile);
     Reset(ExpandFile);
  end;

Procedure ReadFileExpand (Var RecNow,AllPage,AllLine : Integer);
var HelpRec : Inx;
    St      : String;
    i       : Integer;

 begin
    Seek(HelpFile,Index[RecNow].RecNum);
    Read(HelpFile,HelpRec);
    For i := One To HelpRec.Eline do
      begin
          Seek(ExpandFile,HelpRec.Einx+i-One);
          Read(ExpandFile,St);
          ThaiDes[i] := St;
      end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  AllLine := HelpRec.Eline;
  IF (AllLine mod Six) = Zero  then AllPage := AllLine div Six
  Else AllPage := (AllLine div Six) + One;
end;

Function RightOrWrong(RecNow : Integer) : String;
var Code,UserAnsWer,Right_Write : Integer;
begin
    With Index[RecNow] Do
       begin
         IF AnsType = 'C' Then
             IF AnsSelect = RightSelect Then RightOrWrong := Right
             Else RightOrWrong := Wrong
         Else IF AnsType = 'A' Then
            begin
               Val(RightWrite,Right_Write,Code);
               Val(AnsWrite,UserAnsWer,Code);
               IF Code = Zero Then
                  IF Abs(UserAnsWer - Right_Write) <= SmallestPass Then
                        RightOrWrong := Right
                  Else  RightOrWrong := Wrong
               Else RightOrWrong := Wrong;
            end
         Else IF AnsType = 'Z' Then
             IF AnsBar = RightBar Then RightOrWrong := Right
             Else RightOrWrong := Wrong
         Else Beep;
       end;

end;

ProceDure ReadFileHelp(Var AllPage,AllLine : Integer);
var F : Text;
   St : String;

 begin
   Case CheckChapter Of
      OneChapter     : St := 'TEST.HLP';
      AllChapter     : IF DatRec.SaveCode = 'P' Then St := 'PRE.HLP'
                       Else St := 'FINAL.HLP';
      TestOneChapter : St := 'CTEST.HLP';
      OldData        : Case DatRec.SaveCode Of
                         'T' : St := 'TEST.HLP';
                         'P' : St := 'PRE.HLP';
                         'F' : St := 'FINAL.HLP';
                       End;
   end;
   Assign(f,St);
   AllLine := 1;
   Reset(f);
   While Not Eof(F) Do
        begin
          Readln(f,St);
          ThaiDes[AllLine] := St;
          Inc(AllLine);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end;
    Close(f);
    Dec(AllLine);
    IF (AllLine mod Six) = Zero  then AllPage := AllLine div Six
    Else AllPage := (AllLine div Six) + One;
 end;

Procedure CloseFileExpand;
begin
   Close(HelpFile);
   Close(ExpandFile);
end;

BEGIN
  PageNow := One;
  IF Help Then
    begin
       ReadFileHelp(AllPage,AllLine);
       OpenSharDow(31,66,460,294,Color[ColorFive],SharDow,Open);
       SetColor(Color[ColorSix]);
       ShowThaiDes(PageNow,AllPage,AllLine);
       ReadKeyDes(PageNow,AllPage,AllLine);
       CloseWindow(One);
       SetColor(TextColor);
    end
  Else
  Begin
   OpenFileExpand(RecNow);
   ReadFileExpand(RecNow,AllPage,AllLine);
   CloseFileExpand;
   OpenWinDow(30,25,450,300);
   OpenSharDow(180,28,370,59,Color[ColorFive],SharDow,NotOpen);
   OpenSharDow(31,66,440,294,Color[ColorFive],SharDow,NotOpen);
   ThaiDispTf(18,2,20,Color[ColorSix],'ข้อที่ ');
   SetColor(Color[ColorSix]);
   Str(RecNow:2,St);
   OuttextXy(225,41,St);
   ThaiDisPtf(30,2,20,Color[ColorSix],RightOrWrong(RecNow));
   ShowThaiDes(PageNow,AllPage,AllLine);
   ReadKeyDes(PageNow,AllPage,AllLine);
   CloseWindow(One);
   SetColor(TextColor);
 end;
END;


{$I Input.InC}

Procedure Select(Var Buffer : String);
Const
    X1   = 100;
    Y1   =  30;
    X2   = 300;
    Y2   = 270;
Var
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   CheckDoing      : CheckType;
   SelectNum,PgNow,
   OldSelect       : Integer;
   Quit,CheckD     : Boolean;
   AllCol,i,
   CheckChioce     : Integer;
   ThisCol,AllPage : Integer;
   AllLine         : Integer;
   SaveRecord      : Integer;
   Num,Result      : String;
   CheckBar        : Byte;


Procedure SetRowCol(Var Row,Col : Integer; i : Byte);
     Begin
          IF (I Mod MaxLine) = Zero Then
          Begin
            Row := MaxLine;
            Col := (I Div MaxLine);
          End
         Else
          Begin
            Row := I Mod MaxLine;
            Col := (I Div MaxLine) + One;
          End;
     End;

Procedure WindowSelect;
var i     : Byte;
    Row,Col : Integer;
    St      : String[2];
 begin
     OpenSharDow(X1,Y1,X2,Y2,Color[ColorFive],SharDow,Open);
     OutFillStyle(X1+10,Y1+27,X2-10,Y2-10,1,Color[ColorTwo]);
     ThaiDisPtf(15,2,8,Color[ColorSix],'เลือกข้อ');
     SetColor(Yellow);
      For i := One To All_Record_Test Do
       Begin
         SetRowCol(Row,Col,i);
         Str(i:2,St);
         OuttextXy(X1+30*Col,Y1+30+20*Row,St);
       End;
      SetColor(TextColor);

 end;

Procedure CloseWinDowSelect;
  begin
    CloseWinDow(One);
  end;

Procedure WriteNormalSelect(Num : Byte);
Var Row,Col : Integer;
    St : String[Two];
 Begin;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    SetRowCol(Row,Col,Num);
    OutFillStyle(X1-3+30*Col,Y1+27+20*Row,X1+3+30*Col+2*TextWidth('M'),
                 Y1+33+20*Row+TextHeight('M'),One,Color[ColorTwo]);
    Str(Num:2,St);
    SetColor(Color[ColorThree]);
    OutTextXY(X1+30*Col,Y1+30+20*Row,St);
    SetColor(TextColor);
  End;

 Procedure WriteReverseSelect(Num : Byte);
 Var Row,Col : Integer;
     St : String[Two];
  Begin;
    SetRowCol(Row,Col,Num);
    OutFillStyle(X1-3+30*Col,Y1+27+20*Row,X1+3+30*Col+2*TextWidth('M'),
                 Y1+33+20*Row+TextHeight('M'),One,Color[ColorOne]);
    Str(Num:2,St);
    SetColor(Color[ColorTwo]);
    OutTextXY(X1+30*Col,Y1+30+20*Row,St);
    SetColor(TextColor);
  End;


 Procedure ShowAnsWer( RecordNow : Integer);
Var
   I : byte;
   LongSt : Byte;
 begin
    IF Index[RecordNow].AnsType = 'C' then
    begin
      RecTangle(237,297,393,321);
      For i := One to Five DO
          RecTangle(240+30*(i-One),300,240+30*i,318);
      OutTextXY(30,305,#27#32#26);
      ThaiDisPtf(6,13,15,Color[ColorThree],'เฉลยคำตอบ');
      For i := One to Five do
         ThaiDisPtf(25+3*(i-One),13,One,Color[ColorThree],Choice[i]);
    end
  else IF Index[RecordNow].AnsType = 'A' then
    begin
      RecTangle(237,297,393,321);
      RecTangle(240,300,390,318);
      ThaiDisPtf(6,13,13,Color[Three],'เฉลยคำตอบ');
    end
  else IF Index[RecordNow].AnsType = 'Z' then
    begin
      RecTangle(237,292,416,321);
      ThaiDisPtf(6,13,10,Color[Three],'เฉลยกคำตอบ');
    end;
 end;

 Procedure WriteWarning;
 begin
    Beep;
    OpenSharDow(160,72,400,120,Color[ColorOne],SharDow,Open);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ThaiDisPtf(19,4,20,Color[ColorSix],'ขอบคุณที่ใช้บริการ');
    Ch := Readkey;
    CloseWindow(One);
 end;

 Procedure  CaseOfAnsWer;
   begin
        IF Index[SaveRecord].Anstype = 'C' Then
           begin
                ReadKeyChoice(PgNow,CheckChioce,SaveRecord,
                              Allpage,AllLine,CheckDoing);
           end
        Else IF Index[SaveRecord].Anstype = 'A' Then
           begin

                InPutValue(Result,SaveRecord,PgNow,
                           AllPage,AllLine,CheckDoing);
           end
        Else IF Index[SaveRecord].Anstype = 'Z' Then
           begin
                InPutBar(CheckBar,PgNow,SaveRecord,
                         AllPage,AllLine,CheckDoing);
           end;

  end;

   Begin
     SelectNum   := One;
     SaveRecord  := Zero;
     Quit := False;
     CheckBar := 1;
     For i := One To All_Record_Test Do CheckDoing[i] := False;
     IF (All_Record_Test Mod MaxLine) = Zero then  AllCol := All_Record_Tes
t Div MaxLine
     Else AllCol := (All_Record_test Div MaxLine) + One;
     WinDowSelect;
     WriteReverseSelect(SelectNum);
     Repeat

          IF  (CheckChapter    = OneChapter) Or
              ((CheckChapter   = OldData) And
              (DatRec.SaveCode = 'T'))   Then
           begin
              CheckD := True;
              For i  := One  To All_Record_Test Do
                  IF Not(CheckDoing[i]) Then CheckD := False;
              IF  CheckD  Then
                 begin
                      CloseWinDowSelect;
                      CtrlF;
                      Exit;
                 end;
           end;
          IF Flag <> Other Then
            begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CloseWinDowSelect;
        Exit;
      end;
    Ch := Readkey;
    Case Ch Of
      #00 : Begin
              Ch := Readkey;
              Case Ch Of
          {F1}   #59  : OutRightOrWrong(Help,0);
          {F3 }  #61  : begin
                        OpenSharDow(80,20,450,300,
                            Color[ColorFive],SharDow,Open);
                        SetColor(LightGreen);
                        SetColor(Color[ColorSix]);
                        OutScoreAndCheckAnsWer(CheckAnsWer);
                        CloseWindow(One);
                        SetColor(TextColor);
                       end;
          {F10} #68   : begin
                          CloseWinDowSelect;
                          CheckFlag := False;
                          SaveData(DatRec.SaveCode,CheckFlag);
                          IF CheckFlag Then Flag := F10;
                          IF Flag <> Other Then
                            begin
                              CloseWinDowSelect;
                              Exit;
                            end;
                          WinDowSelect;
                          WriteReverseSelect(SelectNum);
                        end;
          {Home} #71  :  IF SelectNum <> One Then
                           Begin
                             WriteNorMalSelect(SelectNum);
                             SelectNum := One;
                             WriteReverseSelect(SelectNum);
                           End
                         Else Beep;
           {Up} #72   :  IF SelectNum = One Then
                           Begin
                             WriteNorMalSelect(SelectNum);
                             SelectNum := All_Record_Test;
                             WriteReverseSelect(SelectNum);
                           End
                         Else
                           Begin
                             WriteNorMalSelect(SelectNum);
                             Dec(SelectNum);
                             WriteReverseSelect(SelectNum);
                           End;

          {End}  #79 :  IF SelectNum <> All_Record_Test Then
                           Begin
                             WriteNorMalSelect(SelectNum);
                             SelectNum := All_Record_Test;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                              WriteReverseSelect(SelectNum);
                            End
                          Else Beep;

              {Down} #80 :  IF SelectNum = All_Record_Teet Then
                            Begin
                              WriteNorMalSelect(SelectNum);
                              SelectNum := One;
                              WriteReverseSelect(SelectNum);
                            End
                          Else
                            Begin
                              WriteNorMalSelect(SelectNum);
                              Inc(SelectNum);
                              WriteReverseSelect(SelectNum);
                            End;
               {Left} #75 : IF (SelectNum - MaxLine) >= One Then
                            Begin
                              WriteNorMalSelect(SelectNum);
                              SelectNum := SelectNum-MaxLine;
                              WriteReverseSelect(SelectNum);
                            End
                          Else
                            IF (AllCol <> One) And
                              (SelectNum+(AllCol-One)*MaxLine <= All_R
ecord_Test) Then
                            Begin
                              WriteNorMalSelect(SelectNum);
                              SelectNum := SelectNum + (AllCol-One)*Max
Line;
                              WriteReverseSelect(SelectNum);
                            End
                            Else Beep;

              {Right} #77 : IF (SelectNum + Maxline) <= All_Record_Test T
hen
                            Begin
                              WriteNorMalSelect(SelectNum);
                              SelectNum := SelectNum+MaxLine;
                              WriteReverseSelect(SelectNum);
                            End
                          Else
                            IF AllCol <> One Then
                              Begin
                               IF (SelectNum Mod MaxLine) = Zero Then T
hisCol := SelectNum Div MaxLine
                               Else ThisCol := (Selectnum Div MaxLine)
+ One;
                               IF ThisCol = AllCol Then
                                  Begin
                                    WriteNorMalSelect(SelectNum);
                                    For i := One To (AllCol-One) Do
                                       SelectNum := SelectNum-MaxLine;
                                    WriteReverseSelect(SelectNum);
                                  End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                    Else
                                       Beep;
                                    End
                                 Else
                                    Beep;

                          Else  Beep;
                    End;
                   End;
  {Tab}    #09 : IF Buffer <> 'BEGIN' Then
                 IF  (CheckChapter = OneChapter) And
                     (DatRec.UsQst[SaveRecord].UserAnsWer <> '')
                     Then WriteWarning
                 Else IF  (CheckChapter = OldData) And
                          (DatRec.SaveCode = 'T')  And
                          (DatRec.UsQst[SaveRecord].UserAnsWer <> '')
                     Then WriteWarning
                  Else
                    Begin
                       CloseWinDowSelect;
                       CaseOfAnsWer;
                       IF Flag <> Other Then Exit;
                       WinDowSelect;
                       WriteReverseSelect(SelectNum);
                    end
                    Else Beep;

            #13 : IF SaveRecord <> SelectNum  Then
                       IF ((CheckChapter = OneChapter)
                         Or ((CheckChapter = OldData) And (DatRec.SaveCode
 = 'T')))
                           And (DatRec.UsQst[SelectNum].UserAnsWer <> '')
                       Then    WriteWarning
                       Else
                       Begin
                        PgNow := One;
                        CheckChioce := One;
                        CloseWinDowSelect;
                        Result := '';
                        ReadFileThai(Buffer,SelectNum,AllPage,AllLine);
                        OutFillStyle(90,10,115,28,1,Color[ColorTwo]);
                        OutFillStyle(1,282,438,MaxY-27,One,Color[ColorTwo])
;
                        Str(SelectNum:2,Num);
                        OutTextXY(95,17,Num);
                        ShowThai(PgNow,AllPage,AllLine);
                        ShowAnsWer(SelectNum);
                        OutPgUpPgDn(PgNow,AllPage);
                        SaveRecord := SelectNum;
                        CaseOfAnsWer;
                        IF Flag <> Other Then Exit;
                        WinDowSelect;
                        WriteReverseSelect(SelectNum);
                       End
                  Else   IF ((CheckChapter = OneChapter)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        Or ((CheckChapter = OldData) And (DatRec.SaveCode
 = 'T')))
                        And (DatRec.UsQst[SelectNum].UserAnsWer <> '')
                        Then    WriteWarning
                        Else   begin
                                 CloseWinDowSelect;
                                 CaseOfAnsWer;
                                 IF Flag <> Other Then Exit;
                                 WinDowSelect;
                                 WriteReverseSelect(SelectNum);
                               end;
          #27 : begin
                  CloseWinDowSelect;
                  CheckFlag := False;
                  SaveData(DatRec.SaveCode,CheckFlag);
                  IF CheckFlag Then Flag := Esc;
                  IF Flag <> Other Then
                     begin
                       CloseWinDowSelect;
                       Exit;
                     end;
                  WinDowSelect;
                  WriteReverseSelect(SelectNum);
                end;

          ^F :  IF (Not  (CheckChapter = OneChapter) And
                    Not ((CheckChapter = OldData)
                    And  (DatRec.SaveCode = 'T')))
                    Or   (CheckChapter = TestOneChapter) Then
                begin
                  CloseWindowSelect;
                  CtrlF;
                  Exit;
                end
                Else Beep;
          Else Beep;
        End;
    Until Quit;
  End;
begin
    DoIndex;
    IF GetMaxColor > Two Then
      Begin
       For i := One to Ten DO
           Color[i] := ColorColor[i];
       TextColor    := LightGreen;
      End
    ELSE
      Begin
       For i := One to Ten DO
          Color[i] := ColorMono[i];
       TextColor   := One;
      End;
    MaxX   := GetMaxX;
    Color2 := GetBkColor;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Buffer := 'BEGIN';
      SetBkColor(Blue);
      SetTextStyle(DefaultFont,HorizDir,One);
      SetColor(TextColor);
      OutScreen;
      Select(Buffer);
      IF Buffer <> 'BEGIN' Then  CloseAllFile;
      SetBKColor(Color2);
  end;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Procedure ForReadKey(Var PgNow,AllPage,AllLine : integer;
                     Var Quit : Boolean; Ch : Char);
  begin
  Case Ch  Of
    {F1}   #59  : OutRightOrWrong(Help,0);
    {F3 }  #61  : begin
                    OpenSharDow(80,20,450,300,
                    Color[ColorFive],SharDow,Open);
                         SetColor(LightGreen);
                    SetColor(Color[ColorSix]);
                    OutScoreAndCheckAnsWer(CheckAnsWer);
                    CloseWindow(One);
                    SetColor(Textcolor);
                  end;
    {F10}  #68  : begin
                     CheckFlag := False;
                     SaveData(DatRec.SaveCode,CheckFlag);
                     IF CheckFlag Then Flag := F10;
                     IF Flag <> Other Then
                        Quit := True;
                  end;
    {Home} #71  : IF PgNow <> One Then
                     begin
                        PgNow := One ;
                        ShowThai(PgNow,AllPage,AllLine);
                                 OutPgUpPgDn(PgNow,AllPage);
                     end
                  Else Beep;
    {PgUp} #73  : IF PgNow <> One Then
                     begin
                        Dec(PgNow);
                        ShowThai(PgNow,AllPage,AllLine);
                        OutPgUpPgDn(PgNow,AllPage);
                     end
                  Else Beep;
    {End}  #79  : IF Pgnow <> AllPage Then
                      begin
                        PgNow := AllPage;
                        ShowThai(PgNow,AllPage,AllLine);
                        OutPgUpPgDn(PgNow,AllPage);
                      end
                  Else Beep;

    {PgDn} #81  : IF PgNow <> AllPage Then
                     begin
                        Inc(PgNow);
                        ShowThai(PgNow,AllPage,AllLine);
                        OutPgUpPgDn(PgNow,AllPage);
                     end
                  Else Beep;
  end;
end;

Procedure InPutBar(Var CheckBar    : Byte;
                   Var PgNow       : Integer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    RecordNow,AllPage,
                    AllLine         : Integer;
                    Var CheckDoing  : CheckType);
 var Quit : Boolean;
   begin
     Quit := False;
     OutFillStyle(238,293,415,320,One,Color[ColorOne]);
     ThaiDisPTf(25,13,30,Color[ColorTwo],BarInput[CheckBar]);
     Repeat
        Ch := Readkey;
        IF Flag <> Other Then Exit;
        Case Ch Of
          #00 : Begin
                 Ch := Readkey;
                 Case Ch Of
                   #59,#61,#68,#71,
                   #73,#79,#81   : ForReadkey(PgNow,AllPage,AllLine,Quit,Ch)
;
                   #72,#75,
                   #77,#80       : begin
                                     Inc(CheckBar);
                                     IF CheckBar > Six Then CheckBar := 1;
                                     OutFillStyle(238,293,415,320,One,Color[
ColorOne]);
                                     ThaiDisPTf(25,13,30,Color[ColorTwo],Bar
Input[CheckBar]);
                                   end;
                   Else Beep;
                  end;
                End;
          #09 :  begin
                     OutFillStyle(238,293,415,320,One,Color[ColorTwo]);
                   Exit;
                end;
          #13 :  begin
                   Sound(300);
                   Delay(80);
                   Sound(2000);
                   Delay(50);
                   Nosound;
                   InDex[ReCordNow].AnsBar          := BarInput[CheckBar]
;
                   DatRec.Usqst[RecordNow].UserAnswer := BarInput[CheckBar]
;
                   IF ((CheckChapter = OneChapter) Or
                      ((CheckChapter = OldData) And (DatRec.SaveCode = 'T')
))
                     Then
                    begin
                     IF AnswerOk Then
                      begin
                         OutRightOrWrong(NotHelp,RecordNow);
                         CheckDoing[RecordNow] := True;
                         OutFillStyle(238,293,415,320,One,Color[ColorTwo])
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        Exit;
                      end
                    else DatRec.Usqst[RecordNow].UserAnswer := '';
                  end
                  Else
                   begin
                     CheckDoing[RecordNow] := True;
                     OutFillStyle(238,293,415,320,One,Color[ColorTwo]);
                     Exit;
                   end;
                 end;
          #27 :  begin
                   CheckFlag := False;
                   SaveData(DatRec.SaveCode,CheckFlag);
                   IF CheckFlag Then Flag := Esc;
                   If Flag <> Other then Quit := True;
                 end;
          Else  Beep;
        end;
     Until  Quit;
   end;

 Procedure InPutValue(Var Result          : String;
                      RecordNow,PgNow,
                      AllPage,AllLine     : Integer;
                     Var CheckDoing       : CheckType);
Const MaxLong = 12;
Var  Count,BarX,BarY,
     X,Y,Code          : Integer;
     Poi               : Boolean;
     ChRead            : Char;
     Quit,Minus        : boolean;
     i                 : Byte;
Begin

     X := 250;
     Y := 306;
     Count := length(Result);
     OutFillStyle(X,Y,X + length(Result)*TextWidth('M'),
                  Y+TextHeight('M'),One,Color[ColorTwo]);
     OutTextXY(X,Y,Result);
     BarX := X + length(Result)*TextWidth('M');
     Poi   := False;
     Minus := False;
     For i := One To length(Result)  do
        If  Result[i] = '.' Then Poi := True;
     If Result[One] = '-' Then Minus := True;
     Quit := False;
     Repeat
          OutFillStyle(BarX,Y,BarX+ TextWidth('M'),Y+TextHeight('M'),
                       One,Color[ColorOne]);
          ChRead := Readkey;
          Case ChRead OF
            #00      : begin
                         ChRead := Readkey;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        Case ChRead OF
                          #59,#61,#68,#71,
                          #73,#79,#81  : ForReadKey(PgNow,AllPage,
                                                    AllLine,Quit,Chread
);
                        Else
                           Beep;
                        end;
                    end;
{BackSpace} #08     : begin
                        IF (Count > Zero) Then
                        begin
                             IF (Copy(Result,Count,Count) = '.')
                                  then Poi := False
                             Else
                               if (Copy(Result,Count,Count) = '-')
                                  then Minus := False;
                             Dec(Count);
                             Result := Copy(Result,Zero,Count);
                             OutFillStyle(241,301,389,317,One,Color[Col
orTwo]);
                             BarX := BarX-TextWidth('M');
                             OutTextXY(X,Y,Result);
                        end
                        Else
                          Beep;
                    end;
      {Tab}  #09    : begin
                        OutFillStyle(X,Y,BarX + length(Result)*TextWidt
h('M'),
                                     Y+TextHeight('M'),One,Color[ColorT
wo]);
                        Exit;
                    end;
           #13      :   begin
                         IF (Result <> '') AND (Result <> ' ') Then
                          begin
                           Sound(300);
                           Delay(80);
                           Sound(2000);
                           Delay(50);
                           Nosound;
                           InDex[ReCordNow].AnsWrite := Result;
                           DatRec.Usqst[RecordNow].UserAnswer := Result;
                           IF ((CheckChapter = OneChapter) Or
                              ((CheckChapter = OldData)    And
                              (DatRec.SaveCode = 'T')))
                              Then
                            begin
                             IF AnsWerOk Then
                              begin
                               OutRightOrWrong(NotHelp,RecordNow);
                               CheckDoing[RecordNow] := True;
                               OutFillStyle(X,Y,BarX + length(Result)*Tex
tWidth('M'),
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        Y+TextHeight('M'),One,Color[ColorT
wo]);
                                  Exit;
                                 end
                                else DatRec.Usqst[RecordNow].UserAnswer := '
';
                               end
                              Else
                                 begin
                                   CheckDoing[RecordNow] := True;
                                   OutFillStyle(X,Y,BarX + length(Result)*T
extWidth('M'),
                                        Y+TextHeight('M'),One,Color[ColorT
wo]);
                                   Exit;
                                  end;
                             end
                            Else
                              Beep;
                          end;
            #27       :   begin
                           CheckFlag := False;
                           SaveData(DatRec.SaveCode,CheckFlag);
                           IF CheckFlag Then Flag := Esc;
                           IF Flag <> Other Then Exit;
                          end;

{-}         #45       : IF (not(Minus)) And (Count=Zero) Then
                           begin
                            Inc(Count);
                            Result := Concat(Result,ChRead);
                            OutFillStyle(BarX,Y,BarX +TextWidth('M'),
                                   Y+TextHeight('M'),One,Color[ColorT
wo]);
                            BarX := BarX+TextWidth('M');
                            OutTextXY(X,Y,Result);
                            Minus := True;
                           end
                        else
                           Beep;

            #46       : IF not(Poi) AND (Count < MaxLong) Then
                        begin
                             Inc(Count);
                             Result := Concat(Result,ChRead);
                             OutFillStyle(BarX,Y,BarX + TextWidth('M'),
                                        Y+TextHeight('M'),One,Color[ColorT
wo]);
                             BarX := BarX+TextWidth('M');
                             OutTextXY(X,Y,Result);
                             Poi := True;
                        end
                        Else
                           Beep;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            #48..#57 : IF Count < MaxLong Then
                       begin
                            Inc(Count);
                            Result := Concat(Result,ChRead);
                            OutFillStyle(BarX,Y,BarX +TextWidth('M'),
                                         Y+TextHeight('M'),One,Color[ColorT
wo]);
                            BarX := BarX+TextWidth('M');
                            OutTextXY(X,Y,Result);
                       end
                       Else
                           Beep;

            ^F       :   IF (Not (CheckChapter  = OneChapter) And
                            Not ((CheckChapter = OldData)
                            And (DatRec.SaveCode <> 'T')))
                            Or  (CheckChapter = TestOneChapter)
                        Then  begin
                                 CtrlF;
                                 Exit;
                              end;

           Else
             Beep;
         end;
     Until Quit;

End;



Procedure ReadKeyChoice(Var PgNow,CheckChoice : Integer;
                            RecordNow,
                            AllPage,AllLine   : Integer;
                        Var CheckDoing        : CheckType);

Var
  Quit    : boolean;
  St      : String;
  Code    : Integer;

Procedure WriteNorMal(Check : byte);     { Choice }
 begin
     OutFillStyle(241+30*(Check-One),301,239+30*Check,317,One,Color[ColorTw
o]);
     ThaiDisPtf(25+3*(Check-One),13,1,Color[ColorThree],Choice[Check])
 end;

Procedure WriteReVerse(Check : byte);    { Choice }
 begin
     OutFillStyle(241+30*(Check-One),301,239+30*Check,317,1,Color[ColorOne]
);
     ThaiDisPtf(25+3*(Check-One),13,1,Color[ColorTwo],Choice[Check])
 end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin
  Quit := False;
  WriteReverse(CheckChoice);
  Repeat
   Ch := ReadKey;
   Case Ch OF
    #08   : begin
              WriteNorMal(CheckChoice);
              Exit;
            end;
    #13 : begin
              Sound(300);
              Delay(80);
              Sound(2000);
              Delay(50);
              Nosound;
              InDex[ReCordNow].AnsSelect := Choice[CheckChoice];
              DatRec.Usqst[RecordNow].UserAnswer := Choice[CheckChoice];
              IF ((CheckChapter = OneChapter) Or
                 ((CheckChapter = OldData) And (DatRec.SaveCode = 'T')))
              Then
                begin
                 IF AnswerOk Then
                  begin
                    OutRightOrWrong(NotHelp,RecordNow);
                    CheckDoing[RecordNow] := True;
                    WriteNorMal(CheckChoice);
                    Exit;
                  end
                 else DatRec.Usqst[RecordNow].UserAnswer := '';
                end
              Else
                begin
                    CheckDoing[RecordNow] := True;
                    WriteNorMal(CheckChoice);
                    Exit;
                end;
         end;

    #27 : begin
            CheckFlag := False;
            SaveData(DatRec.SaveCode,CheckFlag);
            IF CheckFlag Then Flag := Esc;
            IF Flag <> Other Then Exit;
          end;

    ^F :  IF (Not (CheckChapter  = OneChapter) And
              Not ((CheckChapter  = OldData)
              And (DatRec.SaveCode = 'T')))
              Or  (CheckChapter = TestOneChapter) Then
          begin
             CtrlF;
             Exit;
          end
          Else Beep;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     #00 :
           Begin
                Ch  := Readkey;
                Case Ch OF
                     #59,#61,#68,#71,
                     #73,#79,#81  : ForReadKey(PgNow,AllPage,
                                    AllLine,Quit,Ch);
             {Left,Right} #75,#77 : begin
                                    Case Ch OF
                                       #75 : begin
                                             WriteNorMal(CheckChoice);
                                             Dec(CheckChoice);
                                             IF CheckChoice < One Then
                                                CheckChoice := MaxChoice;
                                             WriteReVerse(CheckChoice);
                                          end;

                                       #77 : begin
                                             WriteNorMal(CheckChoice);
                                             Inc(CheckChoice);
                                             IF CheckChoice > MaxChoice Th
en
                                                CheckChoice := One;
                                             WriteReVerse(CheckChoice);
                                          end;
                                    end;
                          end;
                     Else
                       Beep;
                end;
           end;
      Else
         Beep;
      End;
    Until Quit;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Unit ProjTool;

{$D-,S-}

Interface

Uses  Crt, Graph;

Const Bit : Array[0..7] of Byte = (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128);
      Cap                       = 10;
      Rap                       = 24;
      Sp1                       = 7;
      Sp2                       = 11;

Type  FontA  = Array[1..44] of Byte;
      FontB  = Array[1..36] of Byte;
      WinPtr = ^WinRec;
      WinRec = Record
                 Next        : WinPtr;
                 XMin, YMin,
                 XMax, YMax  : Integer;
                 WinSize     : Word;
                 Buffer      : Pointer;
               end;

Var   FontFile            : File;
      Flag1, FlagT, FlagV : Boolean;
      Font1               : Array[0..233] of FontA;
      Font2               : Array[0..233] of FontB;
      FontDisp1           : FontA;
      FontDisp2           : FontB;
      Ascii               : Byte;
      Cha                 : Char;
      Leng, Count         : Integer;
      W, TopWin           : WinPtr;

Procedure GraphInit;
Procedure EndProg;
Procedure SaveFont;
Procedure ThaiDisp(Column, Row, HLeng, TColor : Integer;
                   Str                        : String);
Procedure WindowInit;
Procedure OpenWindow(X1, Y1, X2, Y2 : Integer);
Procedure CloseWindow(Scren : Byte);
Procedure Beep;
Procedure StrInput(    X, Y, Long, BkSty, BkCol : Integer;
                   Var Result                   : String);

Implementation

Procedure GraphInit;
Var GrDriver, GrMode, ErrCode : Integer;
Begin
   GrDriver := Detect;
   InitGraph(GrDriver,GrMode,'');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   ErrCode  := GraphResult;
   if Not(ErrCode = GrOk) then
   begin
      Writeln('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
      Halt;
   end;
   CheckBreak := False;
End;

Procedure EndProg;
Begin
   SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,ClipOn);
   SetColor(7);
   SetBkColor(0);
   CloseGraph;
   CheckBreak := True;
   Halt;
End;

Procedure SaveFont;
Var Size : Word;
Begin
   Assign(FontFile,'FONT1.NLQ');
   Reset(FontFile,1);
   Size := FileSize(FontFile);
   BlockRead(FontFile,Font1,Size);
   Close(FontFile);
   Assign(FontFile,'FONTA2.NLQ');
   Reset(FontFile,1);
   Size := FileSize(FontFile);
   BlockRead(FontFile,Font2,Size);
   Close(FontFile);
   FlagT := False;
   FlagV := False;
   Flag1 := False;
End;

Procedure ThaiDisp(Column, Row, HLeng, TColor : Integer;
                   Str                        : String);

procedure DrawThai(xx, yy : Integer);
const YPix : Array[0..7] of Byte = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8);
var   Byte_No, Dot, x, y, Byt, Red : Integer;
      OneByte                      : Byte;
begin
   if FlagT or FlagV or Flag1 then
   begin
      Byt := 36;
      Red := 20;
   end
   else
   begin
      Byt := 44;
      Red := 24;
   end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Byte_No := 2;
   x       := xx;
   y       := yy;
   Repeat
      if FlagT or FlagV or Flag1 then OneByte := FontDisp2[Byte_No]
                                 else OneByte := FontDisp1[Byte_No];
      for Dot := 0 to 7 do
         if (OneByte and Bit[Dot] <> 0) then PutPixel(x,y-YPix[Dot],TColor)
;
      Byte_No := Byte_No + 2;
      x := x + 1;
      y := yy;
      if (Byte_No = Red) then
      begin
         x  := xx;
         yy := yy + 1;
         y  := yy;
      end;
   Until (Byte_No > Byt);
end;

procedure Check_Control;
begin
   if (Str[Count] = #29) or (Str[Count] = #28) or Flag1 then      {Ctrl-P2}
   begin
      if (Str[Count] = #29) or (Str[Count] = #28) then
      begin
         if Flag1 then Flag1 := False
                  else Flag1 := True;
         Count := Count + 1;
         Leng  := Leng  + 1;
      end;
      Cha   := Str[Count];
      Ascii := Ord(Cha) - 32;
      if Flag1 then FontDisp2 := Font2[Ascii]
               else FontDisp1 := Font1[Ascii]
   end
   else
      if (Str[Count] = #22) or FlagV then                        {Ctrl-PV}
      begin
         if (Str[Count] = #22) then
         begin
            if FlagV then FlagV := False
                     else FlagV := True;
            Count := Count + 1;
            Leng  := Leng  + 1;
         end;
         Cha   := Str[Count];
         Ascii := Ord(Cha) - 32;
         if FlagV then FontDisp2 := Font2[Ascii]
                  else FontDisp1 := Font1[Ascii];
      end
      else
         if (Str[Count] = #20) or FlagT then                     {Ctrl-PT}
         begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if (Str[Count] = #20) then
            begin
               if FlagT then FlagT := False
                        else FlagT := True;
               Count := Count + 1;
               Leng  := Leng  + 1;
            end;
            Cha   := Str[Count];
            Ascii := Ord(Cha) - 32;
            if FlagT then FontDisp2 := Font2[Ascii]
                     else FontDisp1 := Font1[Ascii];
         end
         else
            if (Str[Count] < #32) then
            begin
               Count := Count + 1;
               Leng  := Leng  + 1;
               Cha   := Str[Count];
               Ascii := Ord(Cha) - 32;
               FontDisp1 := Font1[Ascii];
            end
            else
            begin
               Cha   := Str[Count];
               Ascii := Ord(Cha) - 32;
               FontDisp1 := Font1[Ascii];
            end;
end;

Begin
   FlagT := False;
   FlagV := False;
   Flag1 := False;
   Ascii := 0;
   Count := 1;
   Leng  := Length(Str);
   if (Leng > HLeng) then Leng := HLeng;
   Check_Control;
   Repeat
      Case Ascii of
         185..191 : begin
                       DrawThai((Column-1)*Csp,Row*Rsp-Sp1-1);
                       Leng := Leng + 1;
                    end;
         192..196 : begin
                       DrawThai((Column-1)*Csp,Row*Rsp-Sp2);
                       Leng := Leng + 1;
                    end;
         183..184 : begin
                       DrawThai((Column-1)*Csp,Row*Rsp+Sp1+1);
                       Leng := Leng + 1;
                    end;
         178..180 : begin
                       if Flag1 then FontDisp2 := Font2[Ascii-78]
                                else FontDisp1 := Font1[Ascii-78];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp-Sp1);
                    if Flag1 then FontDisp2 := Font2[99]
                             else FontDisp1 := Font1[99];
                    DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp);
                    Column    :=  Column + 1;
                 end;
        139..142 : begin
                    DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp);
                    FontDisp1 := Font1[Ascii-36];
                    DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp+Sp1+1);
                    Column    := Column + 1;
                 end;
            175 : begin
                    DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp);
                    FontDisp1 := Font1[190];
                    DrawThai((Column-1)*Csp,Row*Rsp-Sp1);
                    Column    := Column + 1;
                 end;
            182 : begin
                    DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp);
                    FontDisp1 := Font1[107];
                    DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp+Sp1);
                    Column    := Column + 1;
                 end;
             else begin
                    if FlagV then DrawThai(Column*Csp,(Row*Rsp)+Sp1)
                    else
                      if FlagT then DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp-Sp1)
                               else DrawThai(Column*Csp,Row*Rsp);
                    Column := Column + 1;
                 end;
     end;
     Count := Count + 1;
     Check_Control;
  Until (Ascii = 222) or ((Count > Leng) and ((Ascii < 183) or
                        (Ascii > 222)) and (Ascii > 0));
End;

Procedure WindowInit;
Begin
   TopWin := Nil;
End;

Procedure OpenWindow(X1, Y1, X2, Y2 : Integer);
Begin
   New(W);
   with W^ do
   begin
      Next    := TopWin;
      XMin    := X1;
      YMin    := Y1;
      XMax    := X2;
      YMax    := Y2;
      WinSize := ImageSize(X1,Y1,X2,Y2);
      GetMem(Buffer,WinSize);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      GetImage(X1,Y1,X2,Y2,Buffer^);
   end;
   TopWin := W;
End;

Procedure CloseWindow(Scren : Byte);      {0 : Screen Off  1 : Screen On}
Begin
   if (TopWin <> Nil) then
   begin
      W := TopWin;
      with W^ do
      begin
         if (Scren = 1) then PutImage(XMin,YMin,Buffer^,0);
         FreeMem(Buffer,WinSize);
         TopWin := Next;
      end;
      Dispose(W);
   end;
End;

Procedure Beep;
Begin
   Sound(900);
   Delay(50);
   NoSound;
End;

Procedure StrInput(    X, Y, Long, BkSty, BkCol : Integer;
                   Var Result                   : String);
Var Count, DX, DY, WX, WY : Integer;
    St                    : Char;
Begin
   Result := '';
   WX     := X;
   WY     := Y-2;
   for Count := 1 to Long do Result := Concat(Result,'_');
   OutTextXY(X,Y+3,Result);
   Count  := 0;
   Result := '';
   Repeat
      SetFillStyle(1,14);
      Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
      if (BkSty = 1) then Delay(100);
      SetFillStyle(BkSty,BkCol);
      Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
      if (BkSty = 1) then Delay(100);
   Until KeyPressed;
   Repeat
      St := Readkey;
      Case St of
         #00        : begin
                         St := Readkey;
                         Beep;
                         if (Count < Long) then
                            Repeat
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        SetFillStyle(1,14);
                        Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
                        if (BkSty = 1) then Delay(100);
                        SetFillStyle(BkSty,BkCol);
                        Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
                        if (BkSty = 1) then Delay(100);
                     Until KeyPressed;
                  end;
        #08       : begin
                     if (Count > 0) then
                     begin
                        Count := Count - 1;
                        if (Count < (Long-1)) then
                        begin
                           SetFillStyle(BkSty,BkCol);
                           Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
                        end;
                        WX     := WX - 8;
                        Result := Copy(Result,0,Count);
                        Repeat
                           SetFillStyle(1,14);
                           Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
                           if (BkSty = 1) then Delay(100);
                           SetFillStyle(BkSty,BkCol);
                           Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
                           if (BkSty = 1) then Delay(100);
                        Until KeyPressed;
                     end
                     else Beep;
                  end;
        #13       : ;
        #32..#96,
        #97..#122,
        #123..#126 : if (Count <= Long-1) then
                  begin
                     Count  := Count + 1;
                     if (St > #96) and (St < #123) then St := UpCase(St
);
                     Result := Concat(Result,St);
                     SetFillStyle(BkSty,BkCol);
                     Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
                     OutTextXY(X,Y,Result);
                     WX := WX + 8;
                     if (Count < Long) then
                        Repeat
                           SetFillStyle(1,14);
                           Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
                           if (BkSty = 1) then Delay(100);
                           SetFillStyle(BkSty,BkCol);
                           Bar(WX,WY,WX+8,WY+9);
                           if (BkSty = 1) then Delay(100);
                        Until KeyPressed;
                  end
                  else Beep;
               else if (St <> #13) or (Count <> Long) then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    begin
                       Beep;
                       if (Count < Long) then
                          Repeat
                             SetFillStyle(1,14);
                             Bar(WX,WY,WX+8,WY+8);
                             if (BkSty = 1) then Delay(100);
                             SetFillStyle(BkSty,BkCol);
                             Bar(WX,WY,WX+8,WY+8);
                             if (BkSty = 1) then Delay(100);
                          Until KeyPressed;
                    end
                    else Beep;
      end;
   Until (Count = Long) or (St = #13);
End;

End.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
program convert_data;
uses  crt;
const skey = ['B','P','T','Q'];
type  rec1 = record
               inx, line : integer;
             end;
      rec2 = record
               qtyp                      : char;
               qinx, qline, ainx, aline : integer;
               einx,eline                : integer;
             end;
var  fity, eth  : char;
     chps, name : string;
     chp        : integer;

procedure select_filetype;
begin
     clrscr;
     writeln('Select File Type');
     writeln('   B = Book');
     writeln('   P = Proof');
     writeln('   T = Test');
     writeln('   Q = Quit');
     write('Select : ');
     repeat
          fity := readkey;
          if fity = #00 then fity := readkey;
          fity := upcase(fity);
     until fity in skey;
     writeln(fity);
     writeln;
end;

procedure result;
var i : byte;
begin
     for i := 1 to 10 do writeln;
     delay(75);
     writeln('  FFFFFFFFFFFFFFF IIIII NNN        NNN IIIII SSSSSSSSSSS HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFFFFFFFFFFFFFF  III  NNNN       NNN  III  SSSSSSSSSSS HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFF             III  NNNNN      NNN  III  SSS          HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFF             III  NNN NN     NNN  III  SSS          HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFF             III  NNN  NN    NNN  III  SSS          HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFFFFFFFFFF     III  NNN   NN   NNN  III  SSSSSSSSSSS HH
HHHHHHHHHHHHH');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     delay(75);
     writeln('  FFFFFFFFFFF      III  NNN    NN   NNN  III  SSSSSSSSSSS HH
HHHHHHHHHHHHH');
     delay(75);
     writeln('  FFF              III  NNN     NN  NNN  III           SSS HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFF              III  NNN      NN NNN  III           SSS HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFF              III  NNN       NNNNN  III           SSS HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFF              III  NNN        NNNN  III  SSSSSSSSSSS HH
H         HHH');
     delay(75);
     writeln('  FFF             IIIII NNN         NNN IIIII SSSSSSSSSSS HH
H         HHH');
     for i := 1 to 25 do
     begin
          delay(75);
          writeln;
     end;
end;

procedure work_book;
var idxfi       : file of rec1;
    rtxfi       : file of string;
    hndfi, txtfi : text;
    idxrec      : rec1;
    code        : char;
    first       : boolean;
    finm, ttext  : string;
    indx, count  : integer;
begin
     writeln;
     writeln;
     write('OPEN ALL FILE');
     finm := name + chps + '.TXT';
     assign(txtfi,finm);
     reset(txtfi);
     finm := name + chps + '.IDX';
     assign(idxfi,finm);
     rewrite(idxfi);
     finm := name + chps + '.RTX';
     assign(rtxfi,finm);
     rewrite(rtxfi);
     finm := name + chps + '.HND';
     assign(hndfi,finm);
     rewrite(hndfi);
     writeln;
     writeln;
     writeln('READING LINE #0');
     writeln;
     writeln('WRITING LINE #0');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     indx := 1;
     first := true;
     gotoxy(15,13);
     write(indx);
     read(txtfi,code);
     readln(txtfi,ttext);
     while not(eof(txtfi)) do
     begin
          gotoxy(15,15);
          write(indx);
          if (code = 'H') or (code = 'h') then
          begin
               if first then first := false
               else
               begin
                    idxrec.line := count;
                    write(idxfi,idxrec);
               end;
               idxrec.inx := indx;
               writeln(hndfi,ttext);
               count := 0;
          end;
          write(rtxfi,ttext);
          inc(indx);
          inc(count);
          gotoxy(15,13);
          write(indx);
          read(txtfi,code);
          readln(txtfi,ttext);
     end;
     idxrec.line := count;
     write(idxfi,idxrec);
     gotoxy(15,13);
     write(indx);
     close(txtfi);
     close(idxfi);
     close(rtxfi);
     close(hndfi);
end;

procedure work_test;
var idxfi        : file of rec2;
    qstfi, anwfi,
    expandfile   : file of string;
    txtfi        : text;
    idxrec       : rec2;
    code         : char;
    first        : boolean;
    finm, ttext  : string;
    indx, count  : integer;
    sign         : byte;
    init_answer  : integer;
    number_answer : integer;
    eindx        : integer;
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     writeln;
     writeln;
     write('OPEN ALL FILE');
     finm := name + chps + '.TXT';
     assign(txtfi,finm);
     reset(txtfi);
     finm := name + chps + '.IDX';
     assign(idxfi,finm);
     rewrite(idxfi);
     finm := name + chps + '.QST';
     assign(qstfi,finm);
     rewrite(qstfi);
     finm := name + chps + '.ANW';
     assign(anwfi,finm);
     rewrite(anwfi);
     finm := name + chps + '.EXP';
     assign(expandfile,finm);
     rewrite(expandfile);
     writeln;
     writeln;
     writeln('READING LINE #0');
     writeln;
     writeln('WRITING LINE #0');
     indx := 0;
     count := 0;
     sign  := 0;
     init_answer := 0;
     number_answer := 0;
     eindx := 0;
     first := true;
     gotoxy(15,13);
     write(indx);
     while not(eof(txtfi)) do
     begin
          read(txtfi,code);
          readln(txtfi,ttext);
          gotoxy(15,15);
          write(indx);
          code := upcase(code);
          if code = 'Q' then
          begin
               idxrec.aline := number_answer;
               if not(first) then write(idxfi,idxrec);
               idxrec.qinx := indx;
               sign := 0;
               number_answer := 0;
               count :=1 ;
          end
          else if (code = 'E') then
           begin
              idxrec.qline  := count;
              idxrec.einx := eindx;
              indx           := indx+count;
              count          := 1;
              sign           := 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          end
          else if (code = 'A') or (code = 'C') then
          begin
               idxrec.qtyp   := code;
               idxrec.ainx   := init_answer;
               eindx         := eindx + count;
               idxrec.eline := count;
               inc(number_answer);
               inc(init_answer);
               sign := 2;
               if first then first := false;
          end
          else  inc(count);
          if      sign = 0 then write(qstfi,ttext)
          else if sign = 1 then write(expandfile,ttext)
          else    write(anwfi,ttext);
          gotoxy(15,13);
          write(indx);
     end;
     idxrec.aline := number_answer;
     write(idxfi,idxrec);
     gotoxy(15,13);
     write(indx);
     close(txtfi);
     close(idxfi);
     close(qstfi);
     close(anwfi);
     close(expandfile);
end;

begin
     select_filetype;
     while (fity <> 'Q') do
     begin
          write('Input Chapter (1-5) : ');
          repeat
               readln(chp);
          until (chp < 6) and (chp > 0);
          str(chp,chps);
          write('Everything O.K.! (Y/N)');
          eth := readkey;
          if (eth = 'y') or (eth = 'Y') then
               case fity of
                 'B' : begin
                            name := 'BOOK';
                            work_book;
                       end;
                 'P' : begin
                            name := 'PROOF';
                            work_book;
                       end;
                 'T' : begin
                            name := 'TEST';
                            work_test;
                       end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            end;
        result;
        select_filetype;
    end;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. สุกัญญา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา , แคลคูลัส เล่มที่ 4 261-204 , ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บทที่ 1 หน้าที่ 1 ถึง บทที่ 5 หน้าที่ 5 , พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง พ.ศ. 2531
2. อาจหาญ สัตยารักษ์ , ไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 52 279-287 , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 2532
3. ศิริชัย สงวนแก้ว, คอมพิวเตอร์รีวิว ฉบับที่ 78 173 - 189, บริษัท แมนกรุป จำกัด , 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้