สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON THE FIRST LAW OF THERMODYNAMICS FOR CLOSED SYSTEMS

ก้องเกียรติ ลึกนุช

KONGKIET LUCKNUCH

TJ
.T34U
K46

เลขหมู่ 47894
เลขทะเบียน
วัน, เดือน, ปี 27 ส.ค. 2546

b 11317796
i 12179528

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2546

ISBN 974-324-281-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON THE FIRST LAW OF THERMODYNAMICS FOR CLOSED SYSTEMS

KONGKIET LUCKNUCH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY
IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2003

ISBN 974-324-281-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.ฉันทนา โหมดมณี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจและช่วยตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ ดร.ฉันทนา โหมดมณี ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี และ ผศ.อัฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย ที่กรุณาตรวจกระบวนการวิจัยให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ น.อ.ศ.ดร.มนต์ชัย กาทอง ร.น. น.ท. จเรศักดิ์ ภักดีเสนา ร.น. น.ต.สุรศักดิ์ ปานเกษม ร.น. ร.อ.วินัย เศรษฐโชตินันท์ ร.น. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม และ ดร.สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพสูง

ขอขอบพระคุณ โรงเรียนนายเรือ พล.ร.ท.พีรศักดิ์ วัชรมูล ผู้บัญชาการโรงเรียนนายเรือ ที่ได้อนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องมือและการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณปริชมล ศุภวัฒน์วิมล คุณพิเชษฐ์ ขอดแก้ว คุณรภัส วชิระสมบูณ์ และคุณอาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ ที่ช่วยเหลือแนะนำในการสร้างเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ พ.จ.อ.หญิง ศรีไพร รักษ์พันธ์ ที่ช่วยพิมพ์เอกสารการวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งพี่น้องทุกคนที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาทุกคน และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ก้องเกียรติ ลึกนุช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด
นักศึกษา	นาวาโท ก้องเกียรติ ลึกนุช
รหัสประจำตัว	43064517
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ฉันทนา โหมดมณี

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนนายเรือ กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากจำนวน นักเรียน 60 คน ให้ได้นักเรียนจำนวน 40 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน โดยกลุ่มตัว อย่างที่ 1 เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอน โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t – test independent ผลการวิจัย พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิดที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.50:81.17 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80:80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่เรียน โดยวิธีการสอนตามแผนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Computer - Assisted Instruction on The First Law of Thermodynamics for Closed Systems
Student	CDR. Kongkiet Lucknuch,RTN.
Student ID.	43064517
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2003
Thesis Advisor	Associate Professor Dr.Supit Karnjanapun
Thesis Co-Advisor	Dr.Chantana Modemanee

ABSTRACT

The objective of this research were to construct and find the efficiency of Computer Assisted Instruction (CAI) on The First Law of Thermodynamics for Closed Systems. It was hypothesized that CAI had higher efficiency and more effective than the conventional teaching method.

The samples were second-year cadets studying in the second on the year 2002 at the Royal Thai Naval Academy. The samples of this study were 40 students and randomly selected from 60 cadets. The samples were divided into 2 groups of 20; an experimental group and a control group. The experimental group was instructed by using Computer Assisted Instruction while the control group was instructed with a regular teaching. Data of the study were obtained from the learning achievement tests and then analyzed statistically by using t-test independent. The conclusions were as follows.

1. The Computer Assisted Instruction on The First Law of Thermodynamics for Closed Systems had an efficiency at 82.5:81.17 which was higher than the standard criteria 80:80.

2. Achievement scores of subjects studying with Computer-Assisted Instruction were significantly higher than subjects studying with traditional setting at 0.05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย 3

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 หลักสูตรโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 7

2.2 หลักสูตรวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 8

2.3 เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 15

2.4 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 24

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 29

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 29

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 29

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 39

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 40

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 47

4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 47

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 48

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 50

5.1 สรุปผลการวิจัย 50

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 53

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย 55

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก 60

ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ 61

ภาคผนวก ข. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 72

ภาคผนวก ค. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 74

ภาคผนวก ง. การคำนวณค่าสถิติ 80

ภาคผนวก จ. เนื้อหาบทเรียน 97

ภาคผนวก ฉ. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 116

ภาคผนวก ช. ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด 125

ประวัติผู้เขียน 144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงหน่วยการสอนรายคาบวิชาอุณหพลศาสตร์ 1	9
3.1	แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด โดยจำแนกตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	33
3.2	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ด้านเนื้อหา	38
3.3	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	39
4.1	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ	47
4.2	แสดงผลการวิเคราะห์จากการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	48
4.3	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอนปกติ	49
6.1	แสดงค่าผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา	81
6.2	แสดงค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบ	83
6.3	แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน	84
6.4	แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	86
6.5	ผลการประเมินสื่อการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด (ด้านเนื้อหา) จากผู้ทรงคุณวุฒิ	88
6.6	ผลการประเมินสื่อการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด (ด้านเทคนิคผลิตสื่อ) จากผู้ทรงคุณวุฒิ	89
6.7	แสดงคะแนนในการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	90
6.8	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด	92
6.9	แสดงผลสัมฤทธิ์ที่ได้โปรแกรม SPSS	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด 32

3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์สมัยปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าเป็นยุคที่มีการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีโทรคมนาคม ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อมทั้งการดำเนินชีวิตและหน้าที่การงาน เป็นต้นว่า ระบบโทรศัพท์ผ่านเคเบิลใยแก้ว (Fiber Optics) หรือผ่านดาวเทียม การสื่อสารทางโทรศัพท์ผ่านระบบสื่อสารดาวเทียม ระบบธนาคารอัตโนมัติ (On-line Banking) และอื่น ๆ อีกมาก การพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีด้านการสื่อสาร โดยมีการจัดการที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์นี้ไม่จำกัดอยู่เฉพาะในวงของธุรกิจสังคม อุตสาหกรรมเท่านั้น แต่สามารถประยุกต์ใช้กับงานต่าง ๆ ได้โดยไร้ขอบเขต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการสร้างสรรค์ขึ้นมา

คอมพิวเตอร์นอกจากจะใช้งานด้านอื่น ๆ แล้ว ในทางการศึกษาได้นำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการวิจัยการศึกษา การบริหารการศึกษา และใช้ในการเรียนการสอน การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนจะแยกตามระดับ เช่น ระดับอนุบาล ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และอุดมศึกษา หรืออาจแยกตามวิชาที่สอนเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์โดยตรง และวิชาอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องก็ได้

การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนมีประโยชน์ คือ ทำให้นักเรียนหรือผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้มีความสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น ทำให้นักศึกษาสามารถเลือกบทเรียนและวิธีการเรียนได้หลายแบบ ทำให้ไม่เปลืองสมองในการท่องจำ ทำให้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับความต้องการ ทำให้มีอิสระในการเรียน จะเรียนเมื่อไรก็ได้ ทำให้สามารถสรุปหลักการเพื่อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทได้สะดวกรวดเร็ว ทำให้นักเรียนหรือผู้เรียนได้ฝึกความรับผิดชอบต่อตนเองในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จากการวิจัยของ บริษัท IBM ที่กระทำกับผู้เข้าฝึกอบรมด้วยบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อเทียบกับโปรแกรมการฝึกอบรมแบบปกติเมื่อ พ.ศ.2503 ในสหรัฐอเมริกา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของกลุ่มที่ใช้บทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์สูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง 10 เปอร์เซ็นต์ (สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า พระนครเหนือ. 2537 : 2)

ปัจจุบันการเรียนการสอนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 ครูผู้สอนส่วนใหญ่จะใช้สื่อประเภทแผ่นใสแบบจำลอง กับการบรรยายในการเรียนการสอน วิธีการนี้อาจใช้ได้ดีกับนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ที่เร็ว แต่จะไม่ได้ผลกับนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ที่ต่ำ ประกอบกับนักเรียนที่มีจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอธิบายให้เข้าใจได้อย่างทั่วถึงเป็นไปไม่ได้ทั้งหมด นักเรียนไม่สามารถมองเห็นภาพและเข้าใจได้ชัดเจน จึงทำให้ผลการเรียนมีความแตกต่างกันมาก

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาและผลิตสื่อการสอนในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเลือกเนื้อหาวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 ในส่วนของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด เนื่องจากวิชานี้เป็นวิชาพื้นฐานบังคับที่นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ 2 โรงเรียนนายเรือทุกคนต้องเรียน สื่อชนิดนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตลอดเวลา ทำให้นักเรียนที่มีพื้นความรู้ต่างกันเรียนแล้วเข้าใจ เมื่อนำสื่อชนิดนี้ไปศึกษาด้วยตนเอง การที่เลือกกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดมาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพราะนักเรียนต้องเข้าใจกฎพื้นฐานเป็นอย่างดีก่อน เพื่อที่ต้องนำไปใช้ในการเรียนเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

จากปัญหาในการที่นักเรียนไม่เข้าใจจึงมีแนวทางแก้ไขดังนี้

แนวทางแก้ไขข้อที่ 1 สร้างสื่ออยู่ในรูปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจะมีลักษณะเด่น คือ เนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหา ที่ยังไม่เข้าใจได้ เมื่อเรียนจบจะมีคำถามให้นักเรียนตอบ ทำให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง

แนวทางแก้ไขข้อที่ 2 สำหรับเนื้อหาวิชาที่มีสูตรต้องท่องจำมาก สามารถแก้ไขได้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นสื่อเสริม จะทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเรียนได้ด้วยตนเอง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด มาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความต้องการ นำกลับไปทบทวนด้วยตนเองได้และผู้เรียนสามารถทราบความก้าวหน้าของตนเองได้ ซึ่งคาดว่าจะดีกว่าการเรียนตามวิธีการสอนตามแผนการสอน เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเรียนได้ตลอดเวลา และสามารถทบทวนในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดวิชาอุณหพลศาสตร์ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI) คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคลโดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน (Spencer. 1980 : 33) แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบการวิจัย ใช้ขั้นตอนการออกแบบที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของกาเย่ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531 : 10) ดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Attention) เพื่อกระตุ้นและจูงใจแก่ผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Learning Objective) ในการเรียนบทเรียนให้นักเรียนได้รู้ล่วงหน้า

3. ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ (Present New Information) โดยใช้ภาพประกอบเนื้อหาที่กระทัดรัด

4. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) มีการให้ตัวอย่างเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด

5. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมต่าง ๆ

6. ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินการเรียนของนักเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นนวัตกรรมที่มีความสำคัญและนำไปใช้ในการเรียนมากขึ้น เนื่องจากมีคุณลักษณะพิเศษที่เหมาะสม เอื้อต่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้ที่รับรู้เร็วก็ไม่ต้องรอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่ายรำคาญ ผู้ที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบกับปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน จึงมีความสบายใจในการเรียน ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียน บทเรียน ได้ตามความต้องการ ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับทันที เป็นการย้ำความเข้าใจและการเรียนรู้ว่าถูกหรือผิด ทำให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจที่จะศึกษาต่อไปเป็นไปตามทฤษฎีการเสริมแรงของ Hall การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้อาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองตามทฤษฎีของสกินเนอร์ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบโปรแกรม เริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียนประเมินการตอบสนองของผู้เรียนให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการ เสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป

จากประโยชน์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำเนื้อหาวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 เรื่องกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ตามหลักสูตรโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 มาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อลดปัญหาในการเรียนรู้ ความไม่เข้าใจบทเรียน การเข้า ชั้นเรียนไม่ทัน ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกเวลา

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ที่เรียนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 โรงเรียนนายเรือ กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม ประเทศไทย จำนวน 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ที่เรียนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 โรงเรียนนายเรือ กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม ประเทศไทย จำนวน 60 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากให้เหลือจำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลอง ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม ใช้สำหรับการเรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอน จำนวน 20 คน

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียน 2 วิธีคือ การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

2.ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

1.5.3 เนื้อหาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด
2. รูปแบบอื่น ๆ ของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด
3. การทำโจทย์อย่างเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาโจทย์

1.5.4 โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือโปรแกรม Authorware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.5 ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2545 กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้จริง 40 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่

กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มที่นักเรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพ (E_1:E_2) จำนวน 20 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่นักเรียน เรียนจากการสอนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนเพียงอย่างเดียว เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 คน

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) หมายถึง บทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จากการอ่านเนื้อหาในชุดคำสั่งที่ถูกสร้างขึ้น โดยบรรจุข้อมูลที่ใช้ในการสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนจนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถประเมินผลตนเองได้หลังจากจบบทเรียน

2. นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนคือนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนนายเรือภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ที่เรียนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1

3. ประสิทธิภาพ หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด วัดค่าจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งได้จากกลุ่มทดลองที่ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำมาคำนวณโดยใช้เกณฑ์ 80:80

80 ตัวแรก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณมาจากคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้อง จากการทำแบบทดสอบย่อยหลังบทเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด คำนวณมาจากคะแนนเฉลี่ยนของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจากแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. การสอนตามแผนการสอน หมายถึง การสอนที่ครูเป็นผู้ดำเนินการสอนโดยยึดแนวการสอนตามแผนการสอน คู่มือครูวิชาเทอร์โมไดนามิคส์ 1 เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิดตามหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนพุทธศักราช 2535 (ฉบับแก้ไข) โดยดำเนินการสอนตามวิธีที่เคยใช้ คือ การบรรยายและการอธิบาย

6. กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้หาประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

8. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สร้างขึ้นตามเนื้อหาวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์แล้ว ใช้ทดสอบนักเรียนเมื่อเรียนจบบทเรียนจากวิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

9. แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด โดยแบบประเมินมี 2 ชนิด คือ แบบประเมินด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ตามหลักสูตรการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม ประเทศไทย

ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

2.1 หลักสูตรโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535

2.2 หลักสูตรวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 รหัสวิชา ME 282

2.3 เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 ความมุ่งหมายของหลักสูตร คือ

2.1.1 การศึกษาวิชาการขั้นอุดมศึกษาระดับปริญญาตรี

ให้นักเรียนนายเรือมีความรู้ด้านวิชาการตามมาตรฐานการศึกษาของสถาบันศึกษาระดับอุดมศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยให้มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีในทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์สาขาต่าง ๆ ที่เหมาะสมตามความต้องการของกองทัพเรือ

2.1.2 การฝึกศึกษาและอบรมวิชาชีพทหารเรือ

ให้นักเรียนนายเรือมีความรู้และประสบการณ์ ด้านวิชาชีพทหารเรือขั้นพื้นฐานจนถึงขั้นปฏิบัติงานเพื่อให้พร้อมที่จะปฏิบัติหน้าที่นายทหารสัญญาบัตรชั้นผู้น้อย มีพื้นฐานเพียงพอที่จะรับการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการปฏิบัติหน้าที่รับผิดชอบในระดับสูงขึ้นไป มีความสำนึกในความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และมีบุคลิกลักษณะเหมาะสมที่จะเป็นผู้บังคับบัญชาและผู้นำทหาร ดังนั้นการฝึกศึกษาและอบรมวิชาชีพทหารเรือ จึงมีการฝึกอบรมศึกษาในวิชาการอาวุธและยุทธวิธีการสื่อสารสมุททานุภาพและประวัติการสงครามทางทะเล นาวิกโยธิน การเรือและเดินเรือ วิชาช่างกลเรือ ระเบียบข้อบังคับ และกฎหมายทหาร ทั้งทางภาคทฤษฎีและปฏิบัติทั้งในและนอกที่ตั้งปกติ โดยศึกษารวมกันทุกพรรค-เหล่าในเบื้องต้น และแยกศึกษาในระดับสูงขึ้นไปตามสายอาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การฝึกศึกษาและอบรมคุณลักษณะและคุณธรรมของนายทหาร ซึ่งประกอบด้วย

1. การฝึกและศึกษาวิชาพลศึกษา

ให้นักเรียนนายเรือได้มีการพัฒนาทั้งทางด้านร่างกายอารมณ์ สังคมจิตใจและสติปัญญาเพื่อให้เป็นผู้ที่มีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์สมลักษณะทหาร มีอารมณ์ร่าเริง แจ่มใสรู้จักควบคุมอารมณ์ได้ในสภาวะการณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเสริมสร้างความสามัคคี และรู้จักทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะสามารถเป็นผู้นำทางการกีฬาของหน่วยเมื่อสำเร็จเป็นนายทหารเป็นผู้ที่เคารพ กติกา รักความยุติธรรมและเป็นสุภาพบุรุษ มีจิตใจเข้มแข็ง อดทนและอดกลั้นกล้าตัดสินใจใช้ปฏิภาณไหวพริบในการแก้ปัญหา รู้จักพิจารณาวางแผนในการแก้ปัญหา

2. การกำกับดูแลความประพฤติและความเหมาะสมในการเป็นทหาร

ให้นักเรียนนายเรือมีคุณสมบัตินายทหารสัญญาบัตรที่ดี พร้อมด้วยบุคลิกผู้นำ คุณธรรมทหารและปฏิภาณไหวพริบ สามารถปฏิบัติหน้าที่ปกครองบังคับบัญชา และปฏิบัติภารกิจตามที่ผู้บังคับบัญชามอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยึดมั่นในระบบเกียรติศักดิ์ของหมู่คณะและของตัวเอง มีความจงรักภักดีต่อสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และดำเนินวิถีชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีเกียรติสมศักดิ์ศรี

3. การอบรมศีลธรรม

ให้นักเรียนนายเรือเป็นผู้ที่มีคุณธรรมจริยธรรม และวัฒนธรรมอันดีงาม มีความประพฤติ อุปนิสัย และจิตสำนักรับผิดชอบ ยึดมั่นในหลักธรรมะ มีหลักศีลธรรมในการดำเนินชีวิตและการปฏิบัติราชการ

2.2 หลักสูตรวิชาอุณหพลศาสตร์ 1

จากหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 (ฉบับแก้ไข) วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 รหัสวิชา ME 282 เป็นวิชาบังคับเฉพาะสาขา สำหรับนักเรียนนายเรือทุกนาย เรียนในภาคเรียนที่ 2 เป็นภาคทฤษฎี 3 คาบ/สัปดาห์ คาบละ 50 นาที เรียน 16 สัปดาห์ คิดเป็นจำนวน 3 หน่วยกิต ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงหน่วยการสอนรายคาบวิชาอุณหพลศาสตร์ 1

หน่วยการสอน

วิชาอุณหพลศาสตร์ 1

รหัสวิชา ME 582 **คาบเรียน 3 คาบ/สัปดาห์** **รวมคาบสอน 48 คาบ**

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ
บทที่ 1	**แนวความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิคส์** 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเทอร์โมไดนามิคส์และพลังงาน 1.2 มิติและหน่วย 1.2.1 หน่วยระบบ SI และระบบ USC 1.2.2 Dimensional Homogeneity 1.3 ระบบปิดและระบบเปิด 1.4 รูปแบบของพลังงาน 1.4.1 รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับพลังงานภายใน 1.5 คุณสมบัติของระบบ 1.6 สภาวะและการสมดุลย์ 1.7 กระบวนการและวัฏจักร 1.8 The State Postulate 1.9 ความดัน 1.9.1 มานอมิเตอร์ 1.9.2 บารอมิเตอร์ 1.10 อุณหภูมิ และกฎข้อที่ศูนย์ของเทอร์โมไดนามิคส์ 1.10.1 สเกลการวัดค่าอุณหภูมิ 1.11 บทสรุป แบบฝึกหัด บทที่ 1	**6**
บทที่ 2	**คุณสมบัติของสารบริสุทธิ์** 2.1 สารบริสุทธิ์ 2.2 สถานะของสารบริสุทธิ์	**9**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ
	2.3 กระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารบริสุทธิ์	
	2.3.1 ของเหลวอัด และของเหลวอิ่มตัว	
	2.3.2 ไออิ่มตัว และไอซุปเปอร์ฮีท	
	2.3.3 อุณหภูมิอิ่มตัวและความดันอิ่มตัว	
	2.4 แผนภาพแสดงคุณสมบัติในระหว่างการเปลี่ยนสถานะ	
	2.4.1 แผนภาพอุณหภูมิ-ปริมาตรจำเพาะ	
	2.4.2 แผนภาพความดัน-ปริมาตรจำเพาะ	
	2.4.3 การขยายแผนภาพเพื่อรวมสถานะของแข็งเข้าด้วย	
	2.4.4 แผนภาพความดัน-อุณหภูมิ	
	2.5 พื้นผิวความดัน-ปริมาตรนำเพาะ-อุณหภูมิ	
	2.6 ตารางคุณสมบัติ	
	2.6.1 เอนทาลปี	
	2.6.2 สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว	
	2.6.3 สภาวะของผสมอิ่มตัว	
	2.6.4 สภาวะไอซุปเปอร์ฮีท	
	2.6.5 สภาวะของเหลวอัด	
	2.7 สมการสภาวะสำหรับก๊าซอุดมคติ	
	2.7.1 ละอองน้ำพิจารณาว่าเป็นก๊าซอุดมคติได้หรือไม่	
	2.8 แฟคเตอร์การกดอัด	
	2.9 สมการสภาวะอื่น ๆ	
	2.9.1 สมการสภาวะของ van der Waals	
	2.9.2 สมการสภาวะของ Beattie-Bridgeman	
	2.9.3 สมการสภาวะของ Benedict-Webb-Rubin	
	2.9.4 สมการสภาวะไวรัล	
	2.10 บทสรุป	
	แบบฝึกหัดบทที่ 2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ
บทที่ 3	**กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด**	**3**
	3.1 กล่าวนำ	
	3.2 ความร้อน	
	3.3 งาน	
	3.3.1 งานทางไฟฟ้า	
	3.4 งานเชิงกล	
	3.4.1 งานจากขอบเขตเคลื่อนที่	
	3.4.2 งานจากแรงโน้มถ่วง	
	3.4.3 งานจากความเร่ง	
	3.4.4 งานเพลา	
	3.4.5 งานสปริง	
	3.4.6 งานที่กระทำต่อแท่งของแข็ง	
	3.5 กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์	1
	3.5.1 รูปแบบอื่น ๆ ของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์	
	3.5.2 การทำโจทย์อย่างเป็นขั้นตอน	
	3.6 ความร้อนจำเพาะ	2
	3.7 พลังงานภายในเอนทาลปีและความร้อนจำเพาะของก๊าซอุดมคติ	
	3.7.1 ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความร้อนจำเพาะของก๊าซอุดมคติ	
	3.8 พลังงานภายในเอนทาลปีและความร้อนจำเพาะสำหรับของแข็งและของเหลว	
	3.9 บทสรุป	
	แบบฝึกหัดบทที่ 3	
บทที่ 4	**กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับปริมาตรควบคุม**	**9**
	4.1 การวิเคราะห์ทางเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับปริมาตรควบคุม	
	4.1.1 กฎการไม่สูญหายของมวลสาร	
	4.1.1.1 อัตราการไหลเชิงมวลและอัตราการไหลเชิงปริมาตร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ
	4.1.2 กฎการไม่สูญหายของพลังงาน	
	4.1.2.1 งานจากการไหล	
	4.1.2.2 พลังงานทั้งหมดของของไหลที่กำลังไหล	
	4.2 กระบวนไหลแบบคงตัว	
	4.2.1 กฎทรงมวล	
	4.2.2 กฎทรงพลังงาน	
	4.3 อุปกรณ์การไหลแบบคงตัวที่ใช้ในงานวิศวกรรม	
	4.3.1 หัวฉีด และดิฟฟิวเซอร์	
	4.3.2 เครื่องกังหัน และเครื่องอัด	
	4.3.3 ลิ้นทรอตตลิง	
	4.3.4 ภาชนะผสมของไหล	
	4.3.5 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	
	4.3.6 การไหลในท่อ	
	4.4 กระบวนการไหลแบบไม่คงตัว	
	4.4.1 กฎทรงมวล	
	4.4.2 กฎทรงพลังงาน	
	4.5 บทสรุป	
	แบบฝึกหัดบทที่ 4	
บทที่ 5	**กฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิคส์**	**6**
	5.1 กล่าวคำเกี่ยวกับกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิคส์	
	5.2 แหล่งพลังงานความร้อน	
	5.3 เครื่องยนต์ความร้อน	
	5.3.1 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน	
	5.3.2 การพิจารณาเกี่ยวกับ Q_{out}	
	5.3.3 คำกล่าวเกี่ยวกับกฎข้อที่สอง ฯ ของ Kelvin-Planck	
	5.4 เครื่องทำความเย็นและฮีทปั๊ม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ
	5.4.1 Coefficient of Performance	
	5.4.2 ฮีทปั๊ม	
	5.4.3 คำกล่าวเกี่ยวกับกฎข้อที่สอง ฯ ของ Clausius	
	5.4.4 คำกล่าวทั้งสองมีผลเหมือนกัน	
	5.5 Perpetual-Motion Machines	
	5.6 กระบวนการย้อนกลับได้และย้อนกลับไม่ได้	
	5.6.1 Irreversibilities	
	5.6.2 กระบวนการย้อนกลับได้ภายในและภายนอก	
	5.7 วัฏจักรคาร์โนท์	
	5.7.1 วัฏจักรคาร์โนท์ย้อนกลับ	
	5.8 หลักการของคาร์โนท์	
	5.9 สเกลอุณหภูมิสมบูรณ์ทางเทอร์โมไดนามิคส์	
	5.10 เครื่องยนต์ความร้อนคาร์โนท์	
	5.11 เครื่องทำความเย็นและฮีทปั๊มแบบคาร์โนท์	
	5.12 บทสรุป	
	แบบฝึกหัดบทที่ 5	
บทที่ 6	**เอนโทรปี (Entropy)**	**12**
	6.1 อสมการของคลาเซียส	
	6.2 เอนโทรปี	
	6.2.1 กรณีพิเศษ : การถ่ายเทความร้อนตามกระบวนการอุณหภูมิคงที่	
	6.3 หลักการเพิ่มของเอนโทรปี	
	6.3.1 หลักการเพิ่มเอนโทรปีสำหรับระบบปิด	
	6.3.2 หลักการเพิ่มของเอนโทรปีสำหรับปริมาตรควบคุม	
	6.3.2.1 กระบวนการไหลแบบเอกภาพ	
	6.3.2.2 กระบวนการไหลแบบคงตัว	
	6.4 สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ
	6.5 เอนโทรปีคืออะไร 6.5.1 เอนโทรปีกับตัวเรา 6.6 แผนภาพที่เกี่ยวข้องกับเอนโทรปี 6.6.1 แผนภาพอุณหภูมิ-เอนโทรปี 6.6.2 แผนภาพเอนทาลปี-เอนโทรปี 6.7 สมการความสัมพันธ์ Tds 6.8 การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของสารบริสุทธิ์ 6.8.1 กระบวนการไอเซนทอปิคสำหรับสารบริสุทธิ์ 6.9 การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีในของแข็งและของเหลว 6.9.1 กระบวนการไอเซนทรอปิคสำหรับของแข็งและของเหลว 6.10 การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีสำหรับก๊าซอุดมคติ 6.10.1 การประมาณว่าความร้อนจำเพาะเป็นค่าคงที่ 6.10.2 กรณีความร้อนจำเพาะแปรผันตามอุณหภูมิ 6.10.3 กระบวนการไอเซนทรอปิคสำหรับก๊าซอุดมคติ 6.10.3.1 กรณีความร้อนจำเพาะคงที่ 6.10.3.2 กรณีความร้อนจำเพาะแปรผันกับอุณหภูมิ 6.11 งานในกระบวนการไหลแบบคงตัวและย้อนกลับได้ 6.11.1 การพิสูจน์ว่าอุปกรณ์การไหลแบบคงตัวผลิตงานได้สูงสุดหรือใช้งานที่ต้องป้อนให้ต่ำสุดเมื่อทำงานตามกระบวนการย้อนกลับได้ 6.12 การทำให้งานที่ต้องป้อนให้กับเครื่องอัดมีค่าต่ำสุด 6.12.1 การกดอัดเป็นช่วง ๆ โดยมีการระบายความร้อนระหว่างช่วงการอัด 6.13 ประสิทธิภาพไอเซนทอปิคของอุปกรณ์การไหลแบบคงตัวบางประเภท 6.13.1 ประสิทธิภาพไอเซนทอปิคสำหรับเครื่องกังหัน 6.13.2 ประสิทธิภาพไอเซนทอปิคสำหรับเครื่องอัด 6.13.3 ประสิทธิภาพไอเซนทรอปิคสำหรับหัวฉีด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ
	6.14 บทสรุป แบบฝึกหัดบทที่ 6	
	รวมทั้งหมด	**48**

สำหรับเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้คัดมาเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนเรียนในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.5 เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์

2.3 เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่ว ๆ ไป จะมีลักษณะการเรียนเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้ (วสันต์ อติศัพท์. 2530 ก : 19 – 20 : วสันต์ อติศัพท์. 2530 ข : 77 – 80)

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน และบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ ไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือผสมผสานหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อเร้าความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการ (Menu) ให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตัวเขาเอง

2. ขั้นเสนอเนื้อหา คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ (Frame) โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตัวอักษร ภาพ เสียงต่าง ๆ ตลอดจนกราฟฟิค และภาคเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อจะเร้าความสนใจในการเรียน และสร้างความเข้าใจในความคิดรอบยอดต่าง ๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีสรรการโยงไปมาระหว่างกรอบต่าง ๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาทีละประเด็นโดยเริ่มจากง่ายไปหายากเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนอาจจะควบคุมความเร็ว ในการเรียนด้วยตนเองเพื่อให้ได้เรียนรู้มากที่สุดตามความสามารถของเขา และมีการชี้แนะ (Prompting Cues) หรือจัดเนื้อหาสำหรับช่วยเหลือผู้เรียน (Help Sequence) เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

3. ขั้นคำถามและคำตอบ หลังจากการเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องที่เรียนผ่านมาก็จะมีการทบทวน โดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้และความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบเลือกผิด แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนกว่าแบบทดสอบธรรมดาและผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์ นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังสามารถจับเวลาในตอบคำถามของผู้เรียนได้ ถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งเอาไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือได้

4. ขั้นตอบคำถาม เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบ และแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจจะออกมาในรูปของข้อความ กราฟฟิคหรือเสียง ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจบอกให้หรือการซ่อมเสริมเนื้อหา แล้วให้คำตอบใหม่ และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงกล่าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น ๆ

5. ขั้นปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียนโดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งมีจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ สามารถสุ่มข้อสอบออกมาจากคลังที่สร้างไว้ และเสนอผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่เหมือนกัน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรก หรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำแบบทดสอบแล้วผู้เรียนจะได้ทราบคะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียนเป็นต้น

2.3.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นอาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบจะเริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรงและให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187) การใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การสอน (Tutorial Instruction) ลักษณะของบทเรียนชนิดนี้จะเสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ ให้แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม คำตอบจะถูกวิเคราะห์โดยเครื่องหลังจากนั้นคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลย้อนกลับโดยทันที และหากผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีกคอมพิวเตอร์จะป้อนเนื้อหาให้ทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ผู้เรียนตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป การสอนแบบ Tutorial นั้นเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้แทบทุกสาขาวิชานับตั้งแต่ด้านมนุษย์ศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. การฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อนแต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือการออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่าเพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบปัญหา หรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นผู้เรียนโปรแกรมฝึก

เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่เพื่อให้ความรู้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัดนี้ จึงควรมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องราวหรือกฎเกณฑ์ในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้วจึงสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ โปรแกรมบทเรียนแบบฝึกหัด นั้นสามารถใช้ได้กับหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษาเป็นต้น

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นบทเรียนซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนไดพบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อการฝึกทักษะ และการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก การเรียนด้วยสถานการณ์จำลองนี้เริ่มจากคอมพิวเตอร์นำเสนอข้อมูลความรู้ แนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ ให้โอกาสผู้เรียนปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญ และความคล่องแคล่ว และให้ผู้เรียนเข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตัวเอง ภายในบทเรียนแบบสถานการณ์จำลองนี้จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อย ๆ แทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมสาธิต (Demonstration) แบบนำเสนอข้อมูลและความรู้

4. เกมเพื่อการสอน (Instructional Games) เป็นรูปแบบการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ได้ง่าย เกมเพื่อการสอนเป็นเนื้อหาที่เหมาะกับการเสนอเนื้อหาในเรื่องกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการทัศนคติตลอดจนทักษะต่าง ๆ เกมส์เพื่อการสอนช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน และมีรูปแบบคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย

5. การค้นพบ (Discovery) เป็นรูแบบการสอนที่เสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด (เช่น นักขายที่มีความสนใจจะขายสินค้าเพื่อเอาชนะคู่แข่งโปรแกรมจะจัดให้มีสินค้ามากมายหลายประเภทเพื่อให้นักขายทดลองจัดแสดงเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า และเลือกวิธีการดูว่าจะขายสินค้าประเภทใดด้วยวิธีการใดจึงจะทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่า ควรจะมีวิธีการขายอย่างไรที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้)

6. การแก้ปัญหา (Problem-Solving) เป็นรูปแบบกาเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกการคิดการตัดสินใจโดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ โปรกแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยให้ผู้เรียนในการแก้ปัญหา

7. การทดสอบ (Test) การโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นเพียงการใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่า ๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน หรือผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

2.3.3 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. องค์ประกอบในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดำเนินการตามองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน ดังนี้

1.1 การวางแผน (Plan) เพื่อให้การออกแบบบทเรียนตรงตามเป้าประสงค์ (Goals) ทั้งการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.2 การดำเนินการ (Procedure) การดำเนินการการออกแบบการเรียนการสอน จะต้องคำนึงถึง

1.2.1 การเรียนรู้ระบบ (System Approach การเรียนรู้ระบบ จะเน้นถึงระบบการพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Development Systems) แบบต่าง ๆ เช่น แบบแอนเดอร์สันและฟอสท์ บริกก์ ดิคและแครี่ กาเย่ บริกก์และวาเกอร์ ฯลฯ โดยสรุปขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ รายการทดสอบ การวิเคราะห์งาน ภูมิรู้ของผู้เรียน การเลือกสื่อ การพัฒนาวัสดุอุปกรณ์การสอน การประเมินผล

1.2.2 การเรียนรู้เชิงวิวัฒนาการ (Evolution Approach) การเรียนรู้เชิงวิวัฒนาการ ในด้านการออกแบบการเรียนการสอนที่เป็นการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบถึงผลการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการตัดสินทางเลือก

1.2.3 การเรียนรู้วิธีทางคณิตศาสตร์และสถิติ (Mathematical/Statically Approach) การเรียนรู้วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติ เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน

2. เทคนิคการออกแบบ

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 10) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) โดยเน้นการผสมผสานของกราฟฟิค สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่ ดังนี้

2.1 การเร้าใจความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Attention) ทำได้โดยการให้ภาพสี และ/หรือเสียงประกอบ ในการสร้างไตเติล (Title) ควรใช้กราฟฟิคขนาดใหญ่ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟฟิคภาพควรค้างอยู่บนจอจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟฟิคควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2.2 บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Learning Objectives) ในขั้นนี้ นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงด้วยว่า ควรใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไปไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้าง ๆ ต่อด้วยเมนู (menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อโดยใช้กราฟฟิคง่าย และการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

2.3 ทบทวนความรู้เดิม (Active Prior Knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมผู้เรียน การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

2.4 ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ (Present New Information) ควรใช้ภาพประกอบเนื้อหาที่กระทัดรัด ง่าย และได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานานไป เข้าใจยาก หรือออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟฟิคในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ ภาพ เปรียบเทียบช่วย เนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้นำ (Cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟฟิคที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้น่าอ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกราฟฟิคเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

2.5 แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่ระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่ และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน บางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้าง ถ้าเนื้อหายากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

2.6 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรมซึ่งย่อมทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร้าความคิด อาจใช้กราฟฟิคหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถามและผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (Frame) เดียวกัน

2.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มาก ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่น โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ผลย้อนกลับเพื่อบอกว่าผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด ละควรคำนึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ดึงตาเพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพจะทำให้ผู้เรียนสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟฟิคที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ควรเฉลยเมื่อผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกล จากจุดหมายและควรเปลี่ยนรูปแบบขอผลย้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจ

2.8 ทดสอบ (Assess Performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบ คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียอนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ที่จะช่วยสอนการทำแบบทดสอบและต้องคำนึงถึงความแม่นตรงและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิด ถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าพิมพ์ผิด วรรคผิด ใช้แบบตัวอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษเป็นต้น

2.9 การนำความรู้ไปใช้ (Promote Retention and Transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

3. ขั้นตอนการออกแบบการสร้างและการพัฒนา

ช่วงโชติ พันธุเวช (2535 : 12) ได้แบ่งขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นการออกแบบ (Instructional Design)

3.1.1 วิเคราะห์เนื้อหา เป็นเนื้อหาที่มีการฝึกทักษะซ้ำบ่อย ๆ ประหยัดการสอนจำลอง การสาธิตจริง

3.1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ โดยคำนึงถึงศักยภาพบุคลากร ระยะเวลาการทำงบประมาณการจัดทำ

3.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณลักษณะ และสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียน

3.1.4 ลำดับขั้นตอนการทำงาน ทำเป็น Storyboard และ Flow Chart โดยเน้นในเรื่องภาษาที่เหมาะสมกับผู้เรียน ขนาดของข้อความในหนึ่งจอภาพ ขนาดตัวอักษร การเสริมแรง จิตวิทยา การเรียนรู้ การชี้แนะ แบบฝึกหัด ความสนใจ การประเมินผล

3.2 ขั้นการสร้างและพัฒนา (Instructional Development)

3.2.1 สร้างโปรกแกรมการเรียน

3.2.2 ทดสอบการทำงาน

3.2.3 ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้งานและเพื่อให้การนำไปใช้งานมีประสิทธิภาพควรจัดทำคู่มือผู้เรียน คู่มือครู คู่มือการใช้เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นการประยุกต์ใช้ (Instruction Implementation)

3.3.1. ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน

3.3.2 ประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบ แบบสอบถาม

2.3.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะจำมาใช้กับการเรียนการสอนนั้น มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการวิจัยค้นคว้าแล้วพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประโยชน์ดังนี้

1. ประโยชน์เกี่ยวกับตัวผู้เรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยึดนักเรียนเป็นสำคัญ (Student Center) ซึ่งการเรียนการสอนอื่นยึดครูเป็นสำคัญ (Teacher C enter) ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน (ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียนเพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียน แต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม และเป็นการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ (นิพนธ์ สุขปรีดา. 2526 : 42)

1.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบไปก่อนจึงเป็นการบังคับผู้เรียน ให้เรียนรู้ก่อนที่จะผ่านบทเรียนนั้นไปได้ (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80)

1.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนตามเอกัตภาพ (ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 215)

1.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียน เรียนได้ดีกว่าและรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ

1.4 ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียนลง (ยืน ภู่วรวรรณ และประกาศ จงสถิตวัฒนา. 2531 : 1-11) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการป้อนกลับ (Feedback) ทันที ภาพและเสียงมีสีสันทำให้ผู้เรียนเกิดการตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น แก้ปัญหาได้รวดเร็ว (เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529 : 21)

1.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสอนสังกัป และทักษะสูงชั้นสูง ซึ่งยากกว่าการสอนโดยครูหรือจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้นและดีกว่าการเรียนจากครู

2. ประโยชน์ต่อตัวครู คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อตัวครูหลายอย่างคือ (Hall, 1982 : 362 – 363)

2.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดชั่วโมงการสอน ทำให้ครูมีเวลาปรับปรุงการสอนและพัฒนาความสามารถมากยิ่งขึ้น

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดเวลาที่จะติดต่อกับผู้เรียน

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก

2.4 โดยการเปลี่ยนการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษา

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มวิชาสอน โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสอนตามความต้องการของผู้เรียน

2.3.5 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. เนื่องจากคอมพิวเตอร์ พึ่งจะนำมาใช้ในการเรียนการสอนในรูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา จึงจัดได้ว่าเป็นของใหม่ผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้นที่จะได้ประสบการณ์ที่แปลกใหม่ เป็นการกระตุ้นและเพิ่มแรงจูงใจแก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

2. คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการให้ภาพ และเสียงตลอดจนข้อความที่เคลื่อนไหวได้ทำให้มีความเหมือนจริงมากขึ้น เป็นการเพิ่มแรงจูงใจให้อยากเรียนรู้และทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ โดยที่สื่ออื่น ๆ ไม่สามารถกระทำได้ การเสนอภาพ เสียง และอักษรในเรื่องต่าง ๆ พร้อมกันบนจอภาพเป็นการใช้มัลติมิเดียที่สร้างเสริมประสบการณ์ได้กว้างขวางครอบคลุมได้มากกว่าครู

3. คอมพิวเตอร์ในรูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้ในการบันทึกและตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนและแสดงให้เห็นได้ทั้งในรูปของตัวอักษร ภาพและแผนภูมิ เป็นการประเมินของผู้เรียนตลอดเวลา

4. จากข้อมูลในข้อ 3 ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการทำนาย และชี้แนวโน้มระดับผู้เรียน หรือความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้เป็นอย่างดี ตอบสนองปรัชญาการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะออกแบบให้ปรับได้กับผู้เรียนที่มีความสามารถและความสมบูรณ์ของวุฒิภาวะของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนช้าก็สามารถเรียนได้ หรือผู้เรียนอ่อนก็สามารถลองผิดลองถูกได้ตามความเร็วของแต่ละคนโดยไม่ต้องมีความรู้สึกมีปมด้อยกับเพื่อน เพราะคอมพิวเตอร์จะตอบสนองรายบุคคลได้เป็นอย่างดี

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสับเปลี่ยนโปรแกรม และเพิ่มเติมขนาดได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยกับเหตุการณ์ได้เป็นอย่างดี บทเรียนของครูและผู้ทรงคุณวุฒิในการช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทบาทของครูจะเปลี่ยนไปทำให้ครูมีเวลาในติดตาม และตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนได้มาก

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีเหตุผล มีความคิดและมีทัศนะที่เป็น Logical เพราะการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะต้องทำอย่างมีระเบียบ ขั้นตอนและมีเหตุผลพอสมควร เป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่ดี จัดเป็นหลักสูตรที่ซ้อนเร้น โดยที่สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนได้

8. การโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมากจะผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) จึงเป็นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถใช้แป้นพิมพ์ได้อย่างดีและแม่นยำในการใช้ตัวอักษรอีกด้วย

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะนำเสนอบทเรียนให้กับผู้เรียนได้อย่างคงที่โดยไม่เหนื่อยล้าหรือหลงลืม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรจำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนดแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (สุโขทัยธรรมาธิราช. 2527.)

2.4.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพหมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่า หากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ ถึงกระนั้นแล้วแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการและพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ $E_1 : E_2$ หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ $E_1 : E_2$ ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80 : 80, 85 : 885 หรือ 90 : 90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70 : 70, 75 : 75 (สุโขทัยธรรมาธิราช.2527)

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80 : 80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน +2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการยอมรับ 80 : 80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ ร้อยละ +2.5 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ง 82.5 : 82.5

2) เท่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 80 : 80

3) ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 77.5 : 77.5 เกณฑ์ประสิทธิภาพคิดจาก

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของผู้ทำแบบฝึกหัดที่ทำให้ถูกต้องร้อยละ 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทดสอบเชิงปฏิบัติการ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็กและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่สุ่มมาแบบมีระบบจำนวน 30 คน นำผลที่ได้ไปหาค่าประสิทธิภาพ และค่าดัชนีประสิทธิผล เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด

2.4.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร $E_1 : E_2$ ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 10$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.4.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมองหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

1) ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 1 คน โดยเลือกผู้เรียนที่กล้าแสดงความคิดเห็น และระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับ 1 คน เพื่อจะดูว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนอย่างไร และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อบกพร่องอย่างไรที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2) ทดสอบภาคสนามครั้งใหญ่นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งไปทดลองใช้กับนักเรียน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูงปานกลางและต่ำ ระดับละ 2 คน รวมเป็น 6 คน หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ธีระ โสภณจิตต์ (2531 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วิธีการเขียนภาพตัด วิชาการเขียนเครื่องกล 2 แล้วนำไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 83.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.02 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้สอนได้อย่างประมีประสิทธิภาพ และการทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่านักศึกษาเมื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว มีความรู้เพิ่มขึ้น

สมบัติ น้อยประเสริฐ (2532 : 43-44) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การใช้ซอฟแวร์ Auto CAD ช่วยในการเขียนแบบ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) ปรากฏว่า บทเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (96.96/84.55) สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

นันทพร ศิริวัชรกุล (2533 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้แบบฝึกหัดจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ และความคงอยู่ของการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนประชานิเวศน์ กรุงเทพมหานครจำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยให้นักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ 20 คน และเรียนโดยแบบฝึกหัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 20 คน แล้วทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนกลุ่มที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่มีความสนใจและสนุกสนานตื่นเต้นที่จะเรียนคำศัพท์ต่าง ๆ และมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ

ธีรพงษ์ อินทร์พันธุ์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนช้าวิชาภาษาอังกฤษชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าเหมาะสำหรับการสอนเสริมนักเรียนใช้เวลาน้อยกว่าปกติ และสามารถใช้เรียนได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้ผลการเรียนของนักเรียนดีขึ้น

ไพรอัมพล บุญช่วย (2535 : 52) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสนอภาพ 3 มิติต่างกัน 2 แบบ ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ปีการศึกษา 2536 จำนวน 70 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบ Systematic Sampling ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนบทเรียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภาพ ชิ้นงาน 3 มิติ แบบหมุนสูงกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภาพชิ้นงาน 3 มิติ แบบคงที่ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์ (2536 : 55 – 57) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลอง ที่มุ่งเน้นศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนวิชา การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.ปีที่ 5) แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ จำนวน 38 คน ผลการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 85.46/89.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม วิชาเชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชัพ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50/82.17 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถที่จะนำไปช่วยให้การเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพให้มีความก้าวหน้าและเกิดการเรียนรู้ได้จริง

ศิริพร หัตถา (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้การเสริมแรงด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ เรื่องการใช้บุพบทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยได้ทำการทดลองกับนักเรียนโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาจำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการเสริมด้วยเกมคอมพิวเตอร์ กับนักเรียนที่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่ได้รับการเสริมแรงด้วยเกมคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิภาพรรณ คงแก้ว (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ นำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพณิชยการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.83/82.40 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

สุธีร์ กิจฉวี (2543 : บทคัดย่อ) เพื่อสร้างและพัฒนาพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรคอมปิเนชั่น ทำการทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 20 คน กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนตามปกติแต่เพียงอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนตามปกติ และเรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้สร้างขึ้น มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพ 75.50/79.90 ใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนุชา บุญแสนแผน (2544 : บทคัดย่อ) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า เรื่อง แมคเนติคคอนแทคเตอร์ ทดลองกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ค่าประสิทธิภาพ 88.5/85.5 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและจากผลการเรียนเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิทธิพัฒน์ เล็กชะอุ่ม (2545 : บทคัดย่อ) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำความเย็น ทดลองกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 88.83/87.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แสงอากาศ พิมพ์ศรี (2545 : บทคัดย่อ) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสัญลักษณ์ในงานเขียนแบบ ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคม จังหวัดอุดรธานี จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มที่ 3 เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนปกติ ผลวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 86.75/83.50 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Merkel (1985) ได้ศึกษาผลการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาอังกฤษ (English as a foreign language) กับนักเรียนที่เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง (English as a second Language) ที่เรียนจบจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสถานศึกษาของเอกชน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลการทดสอบคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีอื่น

Merrell (1985 : 3502 – A) ได้ทำการวิจัยผลของการใช้คอมพิวเตอร์ที่มีผลต่อความสามารถด้านพุทธพิสัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีความสามารถด้านพุทธพิสัยสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงในเนื้อหาของนักเรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kolich (1986) ได้ทำการทดลองฝึกฝนคำศัพท์ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านคำศัพท์ของนักเรียนมัธยมศึกษาเกรด 11 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ในคะแนนคำศัพท์สูงกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Mc Cuistion (1990 : 144 – A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบภาพคงที่และภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย Texas A&M ผลการวิจัยพบว่าความชอบภาพสามมิติแบบภาพเคลื่อนไหวสูงกว่าแบบภาพคงที่และ 25 % ของกลุ่มตัวอย่างชอบภาพเคลื่อนไหวเป็นอย่างมาก

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย และเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนเพราะนักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่ได้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนปกติ และถ้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควบคู่กันไปกับการสอนตามแผนการสอนปกติจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุณพลศาสตร์ 1 (ME 282) เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด ตามหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 (ฉบับแก้ไข) โดยผู้วิจัยดำเนินการตามหัวข้อวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 พ.ศ.2545 โรงเรียนนายเรือ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 60 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากประชากรจำนวน 60 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรือ ให้ได้จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 20 คนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และใช้เป็นกลุ่มทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 20 คนเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแล้วนำไปเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มที่ 1

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หมายถึง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ผู้วิจัยได้แบ่งการสร้างเครื่องมือเป็น 3 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนดังมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 ฉบับแก้ไขและเนื้อหาวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 (ME 282) เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด

2. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมาย คำอธิบายรายวิชา เลือกเรื่องกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด เป็นเนื้อหา ที่นักเรียนต้องมีความเข้าใจเพื่อนำไปใช้ในการเรียนบทต่อ ๆ ไป เนื้อหาที่บรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1) กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

2) รูปแบบอื่น ๆ ของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

3) การทำโจทย์อย่างเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาโจทย์

3. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สอดคล้องกับแผนการสอนเนื้อหาวิชาอุณหพลศาสตร์ 1

4. นำเนื้อหามาเขียน Story Board เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินเรื่องของเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียงตามลำดับตามเนื้อหา หัวข้อ กำหนดภาพ และการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์โดยสร้างเป็นแผนผังว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานแบบใด แล้วนำ Story Board ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องให้ถูกต้อง

5. วิธีการสร้างบทเรียน

1) นำ Story Board ที่ผ่านการแก้ไขแล้ว มาเขียนเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบ Tutorial โดยใช้โปรแกรม Authorware 4 กำหนดโครงสร้างของโปรแกรมและพิมพ์ตัวอักษร จัดตัวอักษร ออกแบบกราฟฟิก กำหนดสี

2) ออกแบบภาพ จัดทำกราฟฟิก ชื่อเรื่องหน้าจอตัวอักษรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3) นำภาพที่ตกแต่งแล้วนำเข้าไป (Paste) ในโปรแกรม Authorware 4 ตามที่ได้เขียนโครงสร้างไว้ในโปรแกรม

4) นำเสียงมาผสมในบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เมื่อจัดวางรูปภาพกราฟฟิก เสียง และทดลอง Run โปรแกรม ตรวจสอบความถูกต้องว่าเป็นไปตาม Story Board หรือไม่ แล้วทำการ Package โปรแกรมที่สามารถ Run ด้วยตัวมันเองภายใต้ Window 95

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องสอดคล้องเพื่อหาข้อบกพร่อง

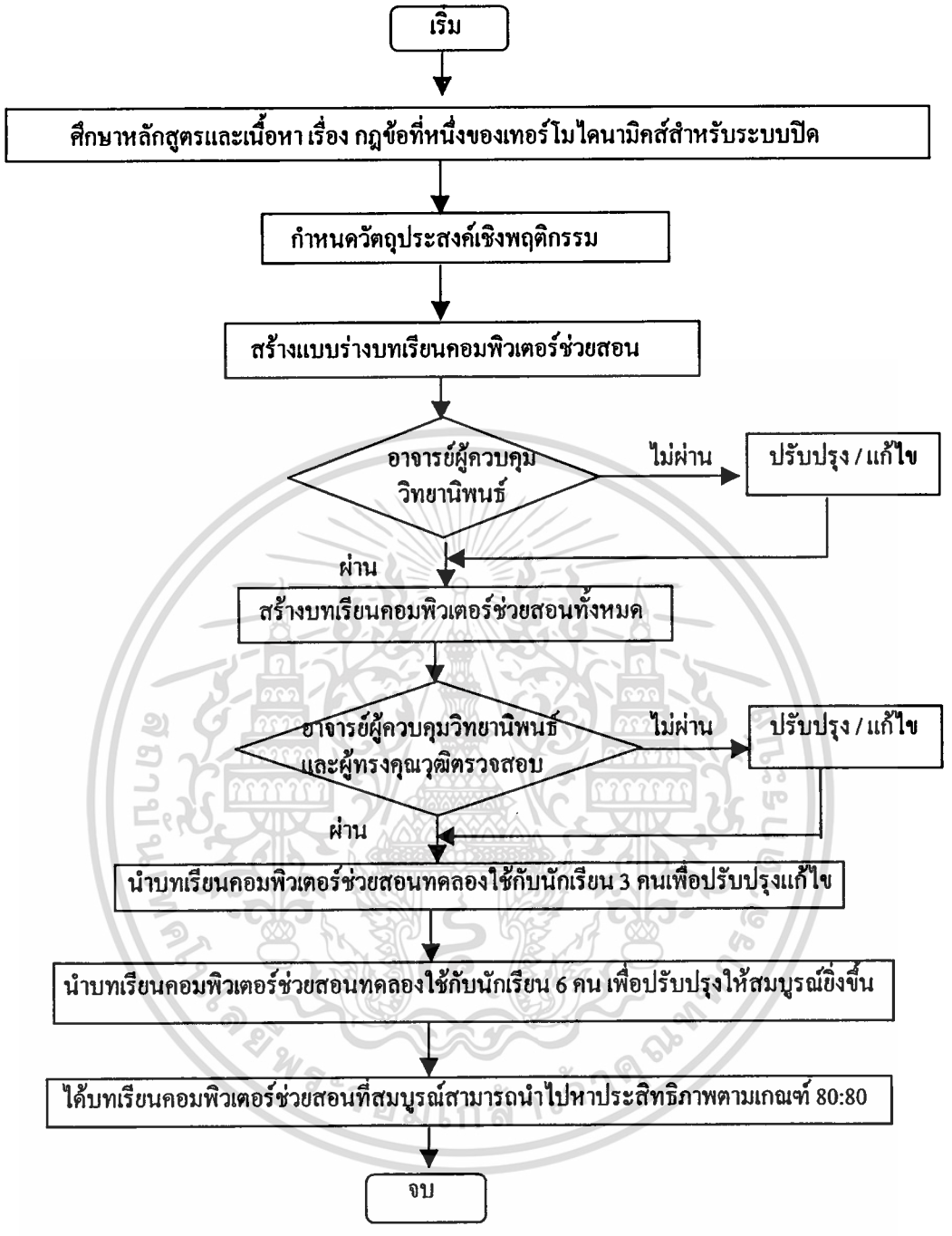
7. นำบทเรียนที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 ที่ไม่เคยเรียนในวิชานี้มาก่อน จำนวน 3 คน (เกณฑ์ในการเรียนสูง, ปานกลาง และต่ำ) เพื่อสังเกตและบันทึก ข้อบกพร่อง และสิ่งที่ควรนำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียน ในการนำไปทดลองครั้งต่อไป

8. นำไปทดลองกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ที่ไม่เคยผ่านการในวิชานี้มาก่อนจำนวน 6 คน เพื่อสังเกตและบันทึก ข้อบกพร่องและสิ่งที่ควรนำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียน ในการนำไปทดลองครั้งต่อไป

9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ที่ได้ไปทำการทดลองเชิงปฏิบัติการกับนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 20 คน เพื่อนำผลการทดลองที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

10. เสนอรายงานผลการวิจัยกับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และคณะกรรมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนแล้วสร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรม

3. ในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้พิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง เพื่อสร้างข้อสอบให้มีจำนวนครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเป็นผู้ประเมินและแก้ไข ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบ จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด โดยจำแนกตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมที่จะวัด				
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	รวม
1. กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด	1. บอกความหมายกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดได้	3				3
2. รูปแบบอื่น ๆ ของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด	1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปต่าง ๆ ได้	3	2			5
	2. อธิบายกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนได้	1	4	1	1	7
3. การทำโจทย์อย่างเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาโจทย์	1.แก้ปัญหาโจทย์ทางเทอร์โมไดนามิคส์ โดยใช้กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด		3		12	15
รวม		7	9	1	13	30
อันดับความสำคัญ		3	2	4	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปสู่การสร้างจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปเป็นจำนวนข้อสอบตามลักษณะการวัดผลได้ดังนี้

1. วัดความรู้ความจำ จำนวน 7 ข้อ
2. วัดความเข้าใจ จำนวน 9 ข้อ
3. การนำไปใช้ จำนวน 1 ข้อ
4. การวิเคราะห์ จำนวน 13 ข้อ

รวมทั้งหมด จำนวน 30 ข้อ

จำนวนข้อสอบแบ่งตามพฤติกรรมที่จะวัดมี 4 พฤติกรรม คือ วัดความรู้ความจำ 7 ข้อ วัดความเข้าใจ 9 ข้อ วัดการนำไปใช้ 1 ข้อ วัดการวิเคราะห์ 13 ข้อ ส่วนพฤติกรรมสังเคราะห์ และประเมินค่าไม่มี ดังนั้น ข้อสอบจึงเป็นการวัดผลว่าผู้เรียน สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ความเข้าใจในทฤษฎี เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ได้หรือไม่ โดยให้ความสำคัญเกี่ยวกับการวิเคราะห์เป็นอันดับที่ 1 ความเข้าใจ เป็นอันดับที่ 2 ความรู้ความจำเป็นอันดับที่ 3 และการนำไปใช้เป็นอันดับที่ 4

จากแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ ถ้าจะแบ่งตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว แบ่งข้อทดสอบได้ ดังนี้

1. บอกความหมายกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดได้ 3 ข้อ
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปต่าง ๆ ได้ 5 ข้อ
3. อธิบายกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนได้ 7 ข้อ
4. แก้ปัญหาโจทย์ทางเทอร์โมไดนามิคส์โดยใช้กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด 15 ข้อ

รวมทั้งหมด 30 ข้อ

3. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกโดยให้ครอบคลุม เนื้อหา และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนจำนวน 30 ข้อ

4. นำแบบทดสอบไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ถ้าข้อสอบข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ กำหนดให้คะแนนเท่ากับ 0.5 – 1.00 คัดเลือกข้อสอบข้อนั้นไว้ใช้

5. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง (+0.67 ถึง +1) ซึ่งหมายความว่าข้อสอบทั้ง 30 ข้อ มีค่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ตารางที่ 6.1 หน้าที่ 81)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนนายเรือชั้นปีที่ 3 ที่ผ่านการเรียนในรายวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 มาแล้ว จำนวน 30 จากการสอนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติเสร็จแล้ว ตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อเดียวกันเป็น 0 คะแนนเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

7. นำคะแนนมาวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยแบ่งเป็นกลุ่มสูง (R_u) 50% และกลุ่มต่ำ (R_L) 50% แล้วได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.27 ถึง 0.77 และค่าอำนาจจำแนก (D) ที่เป็นบวกไม่น้อยกว่า 0.20 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt})ใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 210-211) ถ้าแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ต้องปรับปรุงแก้ไขโดยทำการปรับเปลี่ยนตัวเลือกหรือคำถามใหม่

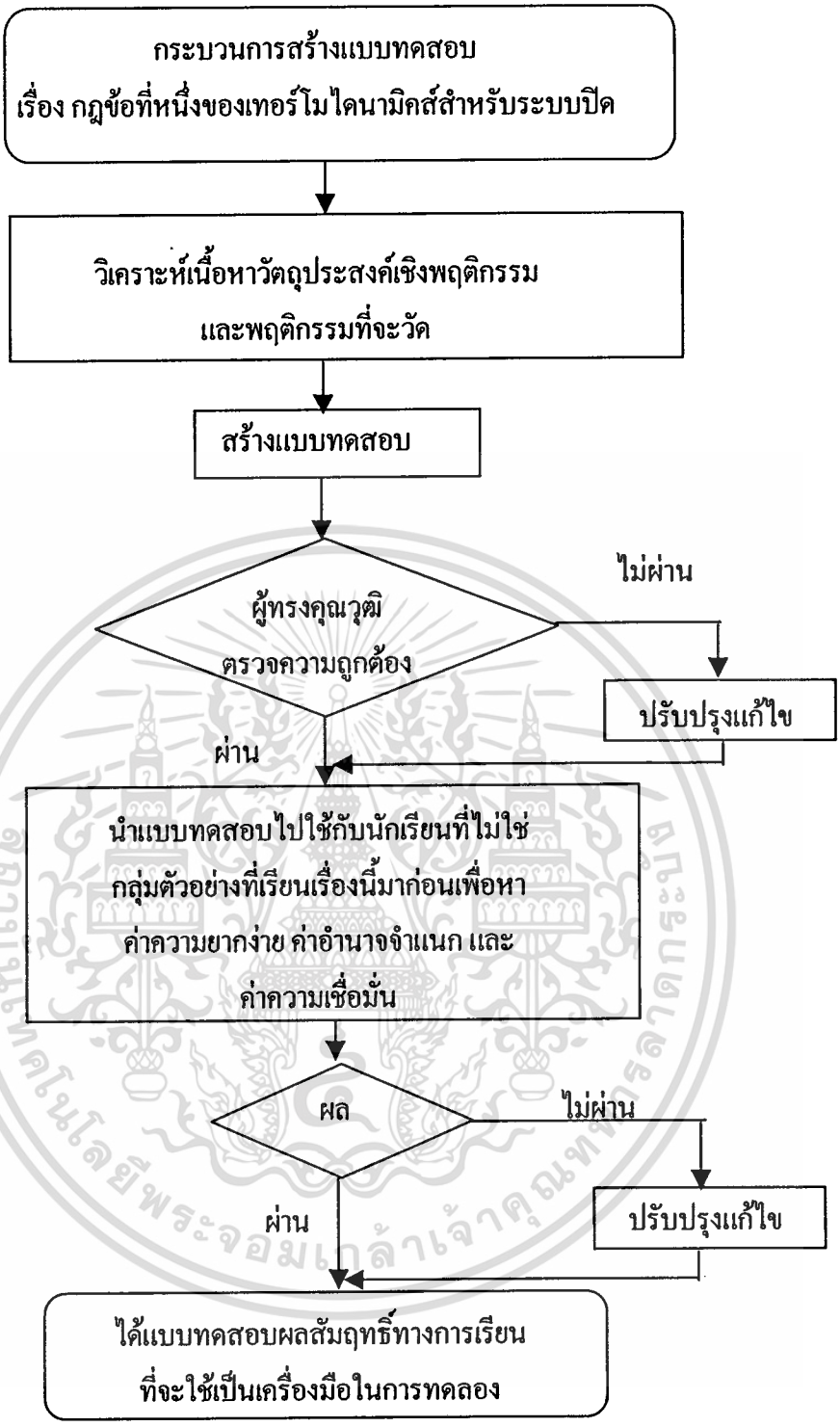
8. ผลการหาค่าดัชนีความยาก (P) ของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.27 ถึง 0.77 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ (ดี) (ตารางที่ 6.3 หน้าที่ 84)

1) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าคำนวณได้อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.33 คุณภาพของข้อสอบดี (ตารางที่ 6.3)

2) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบค่า (r_{tt}) คำนวณได้อยู่ที่ 0.77 หมายความว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.77 แสดงว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้ (ตารางที่ 6.3และ6.4 หน้าที่ 84, 86)

9. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์นำไปใช้กับกลุ่มทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็น 2 ชุด ดังนี้

1) แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ประกอบไปด้วยความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหา ด้านภาพ ภาษา และด้านเวลา ลักษณะของแบบประเมินจะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

5	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก
4	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดี
3	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับพอใช้
1	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

2) แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งประกอบไปด้วย ด้านการออกแบบโปรแกรม และด้านการบันทึกผล ลักษณะของแบบประเมินจะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

5	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก
4	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดี
3	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับพอใช้
1	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ย ของข้อคำถามแต่ละข้อได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 :73)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00	หมายถึง	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49	หมายถึง	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49	หมายถึง	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49	หมายถึง	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49	หมายถึง	คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

ขอบเขตของคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินที่ยอมรับคือ ระหว่าง 3.50 – 5.00

2. แบบประเมินที่ออกแบบไว้ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง เมื่อได้แบบประเมินสื่อการสอน จึงนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อใช้แสดงความคิดเห็น เพื่อการประเมินสื่อการสอน

3. ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อย่างละ 3 ท่าน ทำการ ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ ได้ผลของเกณฑ์เป็นการแสดงความคิดเป็น สรุปได้ดังตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
1.1) เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.33	0.58	ดี
1.2) ความถูกต้องของเนื้อหา	4.66	0.58	ดีมาก
1.3) ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.4) ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.66	0.58	ดีมาก
2. ภาพและตัวอักษร			
2.1) ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย	4.33	0.58	ดี
2.2) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.66	0.58	ดีมาก
2.3) ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	4.66	0.58	ดีมาก
3. เวลา			
3.1) ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
3.2) ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4.33	0.58	ดี
3.3) ความเหมาะสมของเวลาในการเสนอบทเรียนทั้งหมด	4.66	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.50	0.58	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
1.1) ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	0.40	ดี
1.2) ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการสอน	4.66	0.58	ดีมาก
1.3) ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.66	0.58	ดีมาก
2. ภาพและตัวอักษร			
2.1) ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย		0.58	ดีมาก
2.2) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.66	0.40	ดี
2.3) ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	0.40	ดี
2.4) ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	4	0.58	ดี
	4.33		
3. เวลา			
3.1) ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	5	0.00	ดีมาก
3.2) ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4	0.40	ดี
3.3) ความเหมาะสมของเวลาในการเสนอบทเรียนทั้งหมด	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.36	0.45	ดี

จากทุกหัวข้อที่ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ได้ประเมินให้ระดับความคิดเห็น โดยด้านเนื้อหาค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อที่ประเมินได้เท่ากับ 4.50 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อที่ประเมินได้เท่ากับ 4.36 กล่าวได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดที่สร้างขึ้นจัดอยู่ในเกณฑ์ดี

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไนามิคส์สำหรับระบบปิด ที่สร้างขึ้นให้นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ 2 ทดลองเรียนเพื่อหาความบกพร่องของบทเรียน CAI และหาประสิทธิภาพบทเรียน ได้ดำเนินการทดลอง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ติดต่อขอรับหนังสือรับรองการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ติดต่อผู้บัญชาการโรงเรียนนายเรือ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทดลองเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในโรงเรียนนนายเรือ จังหวัดสมุทรปราการ

3. การคัดเลือกกลุ่มทดลอง โดยการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นปีที่ 2 จำนวน 60 คน มาจำนวน 40 คน แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละจำนวน 20 คน

1) กลุ่มทดลองที่ใช้หาค่าประสิทธิภาพจำนวน 20 คน

1.1) ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด

1.2) ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเองตามลำดับขั้นของบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละหน่วยแล้วผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบย่อย (E_1)

1.3) เมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อสัมฤทธิ์หลังเรียนจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_2)

1.4) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (E_1:E_2)

2) กลุ่มควบคุมที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเรียนตามแผนการสอนปกติ จำนวน 20 คน มีขั้นตอนดังนี้

2.1) ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนโดยการสอนตามแผนการสอน

2.2) ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนตามลำดับขั้น ตามวิธีการสอนของครูผู้สอน

2.3) เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน

6. นำผลที่ได้จากข้อ 1.3) และข้อ 2.3) เปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ t-test

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.4.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

3.4.2 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบ (P)

3.4.3 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (D)

3.4.4 หาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ (KR-20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 หาค่าคุณภาพของสื่อด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิโดยการหาค่าเฉลี่ย $(\overline{X})$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.4.6 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4.7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร t-test

3.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

1) สถิติที่ใช้ในการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (ชาตรี เกิดธรรม. 2544 : 101)

สูตร $$IOC = \frac{\sum X}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (index of item – objective congruence)

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตของค่า IOC มีความหมายดังนี้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

2) สถิติที่ใช้ในการหาความยากง่าย (difficulty) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ P คือ ความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ขอบเขตของค่า P มีความหมายดังนี้

0.80 – 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 – 0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 – 0.59 เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ดี)

0.20 – 0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.00 – 0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ ระหว่าง 0.20 – 0.80

3) สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (discrimination) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210 – 211)

$$D = \frac{R_u - R_L}{N/2} \qquad (3.3)$$

เมื่อ D คือ อำนาจในการจำแนก

R_U คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่า D มีความหมายดังนี้

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20- 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพของข้อสอบพอใช้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20 ขึ้นไป

4) สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR 20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210 – 211)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right\} \qquad (3.4)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก/จำนวนคนทำทั้งหมด)

q คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ (1-q)

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ขอบเขตของค่า r_{tt} มีความหมายดังนี้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ –1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเชื่อมั่น –1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ +1.00 หรือเข้าใกล้ –1.00

2. สถิติพื้นฐานหาคุณภาพของสื่อด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538)

1) การหาค่าเฉลี่ย

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad (3.5)$$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูล

ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินวัสดุเทคดนโลยีการศึกษาตามแบบประเมินที่กำหนด เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ซึ่งสามารถนำมาแปลผลได้ดังนี้

คะแนน 4.50 – 5.00	หมายถึง ดีมาก (ใช่ได้)
คะแนน 3.50 – 4.49	หมายถึง ดี (ใช้ได้)
คะแนน 2.50- 3.49	หมายถึง ปานกลาง (ต้องปรับปรุงบางส่วน)
คะแนน 1.50- 2.49	หมายถึง พอใช้ (ต้องปรับปรุง)
คะแนน 1.00 – 1.49	หมายถึง น้อยที่สุด (ใช้ไม่ได้)

ในการหาค่าเฉลี่ยของแบบประเมินนี้ กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ต้องได้รับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้ว่าสื่อนั้นมีคุณภาพ แต่ถ้าผลของการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้มีคุณภาพสูงขึ้น

2) การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(X-\overline{X})^2}{N-1}} \qquad (3.6)$$

เมื่อ S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนคะแนนทั้งหมด

นำแบบประเมินสื่อซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไปมาวิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมิน ดังนี้

S.D. เท่ากับ 0	หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกัน
S.D. อยู่ระหว่าง 0 กับ 1	หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน
S.D. มากกว่า 1	หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} X100 \qquad (3.7)$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} X100 \qquad (3.8)$$

เมื่อ E_1 คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของขบวนการ)

E_2 คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

$\sum X$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบก่อนเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

4. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 กลุ่ม โดยใช้ t-test for independent sample ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้

1) ถ้าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรเท่ากัน และตั้งข้อตกลงว่า

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$$

ใช้สูตร

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{S_t^2\left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}\right)}} \qquad (3.9)$$

S_t เรียกว่าความแปรปรวนร่วม

เมื่อ $S_t^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 - n_2 - 2}$

$$\therefore \quad t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}\right)}} \qquad (3.10)$$

โดยที่ $df = n_1 + n_2 - 2$ (3.11)

$\overline{X}_1$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 (กลุ่มเรียนด้วยการสอนปกติ

$\overline{X}_2$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 (กลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S_1^2 = คะแนนร่วมของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 = คะแนนร่วมของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

n_2 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

2) ถ้าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรไม่เท่ากันและตั้งข้อตกลงว่า

$$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ใช้สูตร

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \qquad (3.12)$$

โดยที่

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} \qquad (3.13)$$

การทดสอบความแปรปรวน

ในการทดสอบค่าที่ ถ้าไม่สามารถตัดสินใจว่าจะตั้งข้อตกลงว่า

$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ หรือ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ จะต้องทดสอบความแปรปรวนก่อนใช้สูตร

$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ หรือ $\frac{S_2^2}{S_1^2}$ (ใช้ค่ามากเป็นเศษ)

$df_1 = n_1 - 1$, $df_2 = n_2 - 1$

นำค่า F ที่คำนวณได้เปรียบเทียบค่ากับค่า F ที่เปิดจากตาราง

ถ้า F คำนวณ > F ตาราง แสดงว่าความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน จะต้องเลือกใช้สูตร

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \qquad (3.14)$$

โดยมี

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} \qquad (3.15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า F คำนวณ < F ตาราง แสดงว่าความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่ม เท่ากัน จะต้องเลือกใช้สูตร

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}} \qquad (3.16)$$

โดยมี

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนนายเรือ จังหวัดสมุทรปราการ ตามหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 (ฉบับแก้ไข) จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอน

4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ผลการหาประสิทธิภาพจากแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ผลของการแสดงความคิดเห็นสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน	4.50	0.58	ดีมาก
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน	4.36	0.45	ดี

จากตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยในการประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทางด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และทางด้านการเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดอยู่ในเกณฑ์ดี

เอกสารนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการหาประสิทธิภาพจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ที่ได้ผ่านการประเมินคุณภาพ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนนายเรือ จำนวน 20 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยให้กลุ่มทดลองศึกษาเนื้อหาจากกิจกรรมการเรียนการสอนแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลการเรียนรู้

ผลจากการให้กลุ่มทดลองศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์จากการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการ	N	$\overline{X}$	ร้อยละ
คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด (E_1)	20	24.75	82.50
คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ (E_2)	20	24.35	81.17

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนนำไปคำนวณหาค่า E_1:E_2 ได้ดังนี้ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) มีค่าเฉลี่ย 24.75 คิดเป็นร้อยละ 82.5 คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่าเฉลี่ย 24.35 คิดเป็นร้อยละ 81.17 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80 : 80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุม ที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอน ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุม ที่ทำการเรียนการสอนเรียนตามแผนการสอน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร t-test independent พบความแตกต่างระหว่างคะแนนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มควบคุมที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มผู้เรียนที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอนปกติ

รายการ	N	$\overline{X}$	S.D.	t
กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20	24.35	1.31 3.31	9.892*
กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอนปกติ	20	16.15	3.47	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (α = .05, df = 24.304, t = 2.064)

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะพบว่าค่าเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมที่ทำจากการเรียนการสอนตามแผนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.35 และ 16.15 ตามลำดับ และค่า t ที่คำนวณได้ =9.892 จากการเปิดตาราง t ณ df = 24.304ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ได้ค่า t = 2.064 ดังนั้นค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง ค่าวิกฤต t แสดงว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด วิชาอุณหพลศาสตร์ รหัส ME 282 ตามหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 (ฉบับแก้ไข) ผู้วิจัย ขอสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 (ฉบับแก้ไข)

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดวิชาอุณหพลศาสตร์1ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ที่เรียนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 โรงเรียนนายเรือ กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม ประเทศไทย จำนวน 60 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนนายเรือ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ที่เรียนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 โรงเรียนนายเรือ กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม ประเทศไทย โดยการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลากมาจำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มทดลองใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E_1 : E_2$

2) กลุ่มควบคุมใช้สำหรับ การเรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอน จำนวน 20 คน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ใช้สอนเนื้อหา วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด เป็นการเสนอเนื้อหาแบบเพื่อการสอน (Tutorial Instruction) มีการจัดลำดับเนื้อหาประกอบด้วย เนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใช้เวลาเรียนประมาณ 1 คาบ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.33 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.77 ใช้ทดลองกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแผนการสอน แล้วนำผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบทั้ง 2 กลุ่มมาวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

3. แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

การสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ใช้สำหรับแสดงความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิหลังจากสร้างแบบทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ได้แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ควรปรับปรุง ผลแบบประเมินสื่อที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ

1) แบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา ความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แบบประเมินสื่อด้านเทคนิคทางการผลิต ความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ผลของการประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งสองด้านอยู่ในเกณฑ์ดี

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยใช้นักเรียนนายเรือชั้นปีที่ 2 โรงเรียนนายเรือ จังหวัดสมุทรปราการ แบ่งกลุ่มที่ใช้ทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ได้เก็บรวบรวมข้อมูลและทำการทดลองดังต่อไปนี้

1. กลุ่มทดลอง เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) แล้วนำคะแนนที่ได้วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ

2. กลุ่มควบคุม เรียนโดยวิธีการเรียนตามแผนการสอน เมื่อจบการสอนให้อาจารย์ผู้สอนใช้แบบทดสอบทำการเก็บคะแนนหลังเรียน นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) การประเมินคุณภาพสื่อการสอน ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้เท่ากับ 3.50

2) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียนใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) แล้วนำคะแนนที่ได้วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ ผลจากการวิเคราะห์ได้ค่า (E_1) และ (E_2) มีค่าเป็น 82.50 และ 81.17 ตามลำดับ

2. วิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ การวิเคราะห์ได้ใช้ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน ตามสูตร t – test independent ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่า t ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 9.892 มากว่า t ที่ได้จากการเปิดตารางเท่ากับ 1.699 จากค่าวิกฤต t แสดงว่าหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วนักเรียนได้มีความรู้มากกว่าการเรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.17 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 สรุปผลได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.50:81.17

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

1. ด้านประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยในครั้งนี้ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้จริง จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 82.5 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีระ โสภณจิตต์ (2531 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วิธีการเขียนภาพตัด วิชาเขียนแบบเครื่องกล 2 นำไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน ผลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 83.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.02 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์

แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถที่จะนำไปช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียนนายเรือให้เกิดการเรียนรู้ได้จริง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยของแสงอากาศ พิมพ์ศรี (2545 : บทคัดย่อ) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบ ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคม จังหวัดอุดรธานี จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มที่ 3 เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนปกติ ผลวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

86.75:83.50 สูงกว่าเกณฑ์ 80:80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) โดยดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของกาเย่ มาใช้ดังนี้

การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Attention) โดยการใช้ภาพเคลื่อนไหวที่สั้น ๆ ประกอบคำบรรยาย

บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Learning Objective) ก่อนเข้าสู่บทเรียน โดยใช้ข้อความสั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รู้ล่วงหน้าว่าจบจากบทเรียนแล้วจะต้องรู้อะไรบ้าง

ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ (Present New Information) จะใช้ภาพประกอบเฉพาะเนื้อหาที่สำคัญเท่านั้น มีการเน้นสีที่ภาพ เพื่อให้เกิดการเข้าใจง่าย

แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) ได้มีการยกตัวอย่างประกอบหลังจากเรียนทฤษฎีจบ เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการนำทฤษฎีไปใช้

กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) สำหรับงานวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จะให้นักเรียนตอบคำถาม

ทดสอบความรู้ (Assess Performance) หลังจากนักเรียนเรียนบทเรียนจบ นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทดสอบความรู้ของตนเอง และยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะได้กลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ หรือจะไปศึกษาในบทเรียนต่อไป

จากการใช้เทคนิคการออกแบบ 9 ขั้นของกาเย่มาประยุกต์ใช้ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีการนำเสนอภาพและภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอนุชา บุญแสนแผน (2544) ได้ทำการศึกษาเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติในรายวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าเรื่องแมคเนติคคอนแทคเตอร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 60 คน กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 3 กุ่ม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพ กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนจากการสอนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องแมคเนติคคอนแทคเตอร์ โดยมีค่าประสิทธิภาพ 88.50/85.50

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.43 - .76 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.66 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.76

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธ์ทางการเรียนโดยการทดสอบค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วนสอนสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 หลังจากนำไปทดลองใช้ ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ตรงตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีข้อบกพร่องบางอย่าง ซึ่งหากได้รับการแก้ไขปรับปรุงจะทำให้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงขึ้น และมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การเลือกใช้สื่อชนิดนี้ ต้องคำนึงถึงความพร้อมของสถานที่เรียน ผู้ใช้ เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกใช้สื่อที่ได้จัดทำไว้ได้อย่างคุ้มค่า

2. ครู-อาจารย์ ควรให้ความสนใจสื่อชนิดนี้ และร่วมมือกันช่วยจัดทำ เพราะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับผลการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อสอนเสริมหลังจากการเรียนตามแผนการสอน

4. การที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำไปใช้ได้เพื่อให้มีประสิทธิภาพขั้นตอนสำคัญอยู่ตรงกระบวนการในการออกแบบให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ และเนื้อหาวิชา จึงจะได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพก่อนที่จะนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรสร้างให้ต่อเนื่องกันเป็นชุดวิชา เพื่อนำไปใช้ในการเรียนให้เกิดประสิทธิผลต่อนักเรียนอย่างแท้จริง ทำให้เกิดประโยชน์ในการเรียนการสอนตลอดทั้งวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปทำการทดลองกับนักเรียนสถาบันอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ให้ได้มาตรฐานดียิ่งขึ้น

3. ควรมีการวิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาอื่น ๆ อีก ที่นักเรียนเรียนแล้วไม่เข้าใจในเนื้อหาบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์. 2538. **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม.** การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. 2520. **ระบบสื่อการสอน (CAI).** คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาตรี เกิดธรรม. 2544. **อยากทำวิจัยในชั้นเรียนแต่เขียนไม่เป็น.** กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์เลี่ยงเซียง.

ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2535. **การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8. **การใช้คอมพิวเตอร์ในกระทรวงศึกษาธิการ : MIS/CE/CAI.** ในรายงานการประชุมวิชาการ เรื่อง การนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สสวท.

ธีรพงษ์ อินทร์พันธ์. 2534. **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนที่เรียนช้าในวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธีระ โสภณจิตต์. 2531. **การเขียนภาพตัดวิชาการเขียนแบบเครื่องกล 2.** วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นันทพร ศิริวัชรกุล. 2533. **ผลของการใช้แบบฝึกหัดจากการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคงอยู่ของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 .** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภาพรรณ คงแก้ว. 2540. **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิตยา กาญจนวรรณ. กันยายน 2526 : 80 “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” **วารสารรามคำแหง ฉบับมนุษยศาสตร์.** เล่มที่ 1.

นิพนธ์ สุขปรีดา. กันยายน – ตุลาคม 2526 : 42. “ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.” **วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาสหประชาชาติ.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไพรอัมพล บุญช่วย. 2535. **"เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสนอภาพ 3 มิติต่างกัน 2 แบบ."** ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2531. **การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.** วารสารจันทรเกษม (มีนาคม-เมษายน) : 1 - 11

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ส่งเสริมวิชาการ.

วสันต์ อติศัทพ์. กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2530. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน." ว.ศึกษาศาสตร์ มอ.

ศิริพร หัตถา. 2539. **ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้การเสริมแรงด้วยเกมส์คอมพิวเตอร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษเรื่องการใช้บุพบทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษต่ำ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เรืองเดช วงศ์หล้า. ตุลาคม 2528 – มีนาคม 2529 : 216 – 220 **"คอมพิวเตอร์กับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์."** บัณฑิตท่าอิฐ.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** : 1 – 24.

สมบัติ น้อยประเสริฐ. 2532 **"การสร้างและหาประสิทธิบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การใช้ซอฟแวร์ AutoCAD ช่วยในการเขียนแบบ."** ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สิทธิพัฒน์ เล็กชอุ่ม. 2545. **"คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำความเย็น".** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531. **การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน.** เอกสารประชุมวิชาการเรื่องเทคโนโลยีกับการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษา. กรุงเทพ ฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุโขทัยธรรมาธิราช,มหาวิทยาลัย.สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. 2527. **เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษาหน่วยที่ 8-15.** พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สหมิตร.

สุธีร์ กิจฉวี. 2543. **"บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง วงจรคอมปิเนชั่น."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์. 2536. **การวิจัยเชิงทดลอง ที่มุ่งเน้นศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอน วิชาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์.** ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

แสงอากาศ พิมพ์ศรี. 2545. **"คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสัญลักษณ์ในงานเขียนแบบ."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อนุชา บุญแสนแผน. 2544. **"บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แมคเนติกคอนแทคเตอร์."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Hall, K.A. 1982. **Computer – based education.** Encyclopedia of Educational Research, 3 :333-363

Kolich, E.M. 1986. **The Effect of Computer Assised Vocabulary Training on the Vocabulary Achievement of secondary School Students.** Dissertation Abstracts International. 47 (1) :138-A.

Mc Cuistion, Patrich Jay, 1990. "Static VA. Dynamic Visuals in Computer Assisted Instruction." **Dissertation Abstracts International. 51**

Merkel, A.I. 1985. **A Study of the Effectiveness of using Computer Assised Instruction in the Teaching of English as a second language. Dissertation Abstracts International. 45(8) : 2511 – A.**

Merrell, Leonard Edd. (1985) "The effect of computer Assisted Instruction on the congnitive Ability Gain of Third, Fourth and Fifth Grade students." **Dissertation Abstract International.** 45 (June 1985)

Spencer, Donaid D.1980. **Computer Dictionary.** 2nd edition. Florida; Camelot Publishing company Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ

ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ง การคำนวณค่าสถิติ

ภาคผนวก จ เนื้อหาบทเรียน

ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ช ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดมิคส์สำหรับระบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
หนังสือราชการ

- ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ 001 /2545

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ

เค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของ นางวาตรี ก้องเกียรติ ลึกนุช

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นางวาตรี ก้องเกียรติ ลึกนุช เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1.คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ดร.ฉันทนา	โหมดมณี	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ผศ.อรรถพร	ฤทธิเกิด	ประธานกรรมการ
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	กรรมการ
ดร.ฉันทนา	โหมดมณี	กรรมการ
ผศ.อัจฉรา	สืบสินธุ์สกุลไชย	กรรมการ
ผศ.โอวาท	พูลศิริ	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2545

(รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม รอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติ ให้ดำเนินการดังนี้

นางาวตรีก้องเกียรติ ลือนุช รหัสประจำตัว 43064517 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด (COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON THE FIRST LAW OF THERMODYNAMICS FOR CLOSED SYSTEMS)" โดยมี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ชันทนา โหมดมณี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2545

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2545

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก วีระเชษฐ์ ขันเงิน)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/1722

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

17 พฤษภาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นาวาเอก ศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย กาทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

ด้วย นาวาตรี ก้องเกียรติ ลึกนุช นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลการวิจัยของนาวาตรี ก้องเกียรติ ลึกนุช มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 1722

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 พฤษภาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นาวาตรีสุรศักดิ์ ปานเกษม

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

ด้วย นาวาตรี ก้องเกียรติ ลึกนุช นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลการวิจัยของนาวาตรี ก้องเกียรติ ลึกนุช มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 1722

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 พฤษภาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน เรือโท วินัย เศรษฐโชคินันท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

ด้วย นาวาตรี ก้องเกียรติ ลือนุช นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลการวิจัยของนาวาตรี ก้องเกียรติ ลือนุช มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายฉรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 1722 วันที่ 14 พฤษภาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

ด้วย นางสาวศรี ก้องเกียรติ ลือกนุช นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของ เทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นางสาวศรี ก้องเกียรติ ลือกนุช มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 1722 วันที่ 14 พฤษภาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช

ด้วย นางาตรี ก้องเกียรติ ลีกนุช นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นางาตรี ก้องเกียรติ ลีกนุช มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 1722

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 พฤษภาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นาวาโท จเรศักดิ์ ภักดีเสนา

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ

ด้วย นาวาตรี ก้องเกียรติ ลึกนุช นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลการวิจัยของนาวาตรี ก้องเกียรติ ลึกนุช มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายฉรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504 / 3842

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ ตุลาคม 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้บัญชาการโรงเรียนนายเรือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นาวาตรี ก้องเกียรติ ลือนุช นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาตให้ นาวาตรี ก้องเกียรติ ลือนุช ทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 7373000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 4335

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้บัญชาการโรงเรียนนายเรือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นาวาตรีก้องเกียรติ ลึกนุช นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับระบบปิด" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2545 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นาวาตรีก้องเกียรติ ลึกนุช เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดี ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินสื่อการสอน

ในการตรวจสื่อการสอนแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลด้านเนื้อหา

1. นาวาเอก ศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย กาทอง
   ศาสตราจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ
2. นาวาตรีสุรศักดิ์ ปานเกษม
   อาจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ
3. เรือโท วินัย เศรษฐโชตินันท์
   อาจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลด้านสื่อ

1. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
   หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร.สมศักดิ์ ดูหาสวรรค์เวช
   คณะเทคโนโลยีการเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. นาวาโท จเรศักดิ์ ภักดีเสนา
   หัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพ กรมการขนส่งทหารเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด (The First Law of Thermodynamics for Closed System) วิชาอุณหพลศาสตร์ 1 ตามหลักสูตรโรงเรียนนายเรือ พุทธศักราช 2535 เป็นสื่อที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อในการนำความรู้ตามหลักสูตรไปสู่ผู้เรียน โดยเร้าให้ผู้เรียนเกิดความต้องการในการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคการนำเสนอ จึงขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาเทคนิคการนำเสนอสื่อนี้อย่างละเอียดและรอบคอบอย่างยิ่ง แล้วแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบประเมินที่แนบมาพร้อมนี้

การแสดงความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาของท่าน จะมีคุณค่าอย่างยิ่งในการปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด แบบประเมินผลกำหนดเป็นระดับความคิดเห็นดังนี้

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

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ช่วยพิจารณาและแสดงความคิดเห็นลงในแบบประเมินผลนี้

(นาวาโท ก้องเกียรติ ลึกนุช)
นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน
(ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

คำชี้แจง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านพิจารณาอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องประเมินตามความเห็นของท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการนำเสนอ					
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
- ความถูกต้องของเนื้อหา					
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
2. ภาพและตัวอักษร					
- ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย					
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
- ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา					
3. เวลา					
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา					
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย					
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด					

ความคิดเห็นอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน

(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

คำชี้แจง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านพิจารณาอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องประเมินตามความเห็นของท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการนำเสนอ - ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา - ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ - ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
2. ภาพและตัวอักษร - ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย - ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร - ความเหมาะสมของสีตัวอักษร - ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย					
3. เวลา - ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา - ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย - ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด					

ความคิดเห็นอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมิน

ค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความคิดเห็น		
1. บอกความหมายกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดได้	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
ข้อ 1			
ข้อ 2			
ข้อ 3			
ข้อ 4			
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปต่าง ๆ ได้			
ข้อ 5			
ข้อ 6			
ข้อ 7			
ข้อ 8			
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3. อธิบายกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนได้			
ข้อ 9			
ข้อ 10			
ข้อ 11			
ข้อ 12			
ข้อ 13			
ข้อ 14			
ข้อ 15			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4. แก้ปัญหาโจทย์ทางเทอร์โมไดนามิคส์โดยใช้กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิดได้	ความคิดเห็น		
	สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
ข้อ 16			
ข้อ 17			
ข้อ 18			
ข้อ 19			
ข้อ 20			
ข้อ 21			
ข้อ 22			
ข้อ 23			
ข้อ 24			
ข้อ 25			
ข้อ 26			
ข้อ 27			
ข้อ 28			
ข้อ 29			
ข้อ 30			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การคำนวณค่าสถิติ

- แสดงค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ
- แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความแปรปรวน (S_t^2) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด
- แสดงผลประเมินสื่อการสอน
- แสดงคะแนนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา			รวม (ΣX)	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	2	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	3	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
2	5	+1	0	+1	+2	+0.67	ใช้ได้
	6	+1	+1	-0	+2	+0.67	ใช้ได้
	7	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	8	+1	0	+1	+2	+0.67	ใช้ได้
3	9	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	10	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	12	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	13	+1	0	+1	+2	+0.67	ใช้ได้
	14	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	15	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
4	16	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	17	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	19	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	20	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	21	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	23	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
	24	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	25	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	26	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	27	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	28	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	29	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้
	30	+1	+1	0	+2	+0.67	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน โดยใช้เทคนิค IOC (Index of Item Objective Congruence)

$$IOC = \frac{\sum x}{W}$$

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 แสดงค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบ

ข้อที่	ตอบถูกในกลุ่มเก่ง R_U (15 คน)	ตอบถูกในกลุ่มอ่อน R_L (15 คน)	รวมคนตอบถูก R (30 คน)	$P = \frac{R}{N}$	$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$
1	14	9	23	0.77	0.33
2	13	8	21	0.70	0.33
3	12	9	21	0.70	0.20
4	9	4	13	0.43	0.33
5	13	8	21	0.70	0.33
6	11	6	17	0.57	0.33
7	6	2	8	0.27	0.27
8	13	10	23	0.77	0.20
9	8	5	13	0.43	0.20
10	14	9	23	0.77	0.33
11	12	7	19	0.63	0.33
12	9	4	13	0.43	0.33
13	11	6	17	0.57	0.33
14	10	7	17	0.57	0.20
15	10	6	16	0.53	0.27
16	7	3	10	0.33	0.27
17	12	9	21	0.70	0.20
18	13	9	22	0.73	0.27
19	14	9	23	0.77	0.33
20	10	6	16	0.53	0.20
21	7	3	10	0.33	0.27
22	13	10	23	0.77	0.20
23	10	6	16	0.53	0.27
24	11	8	19	0.63	0.20
25	6	3	9	0.30	0.20
26	8	4	12	0.40	0.27
27	6	2	8	0.27	0.27
28	7	2	9	0.30	0.33
29	8	5	13	0.43	0.20
30	6	3	9	0.30	0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน (เต็ม 30 คะแนน)

คนที่ (N)	คะแนนที่ได้ (X)	X^2
1	13	169
2	16	256
3	12	144
4	12	144
5	13	169
6	15	225
7	16	256
8	18	324
9	17	289
10	14	196
11	15	225
12	15	225
13	18	324
14	18	324
15	17	289
16	25	625
17	20	400
18	21	441
19	24	576
20	25	625
21	25	625
22	24	576
23	23	529
24	26	676
25	25	625
26	24	576
27	25	625
28	27	729
29	26	676
30	27	729
รวม	596	12592

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าความแปรปรวน

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

$$S_t^2 = \frac{30(12,592) - 596^2}{30(30-1)} = 25.91$$

ดังนั้นได้ค่าความแปรปรวน 25.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	p=สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q= สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
1	0.77	0.23	0.18
2	0.70	0.30	0.21
3	0.70	0.30	0.21
4	0.43	0.57	0.25
5	0.70	0.30	0.21
6	0.57	0.43	0.25
7	0.27	0.73	0.20
8	0.77	0.23	0.18
9	0.43	0.57	0.25
10	0.77	0.23	0.18
11	0.63	0.37	0.23
12	0.43	0.57	0.25
13	0.77	0.23	0.18
14	0.57	0.43	0.25
15	0.53	0.47	0.25
16	0.33	0.67	0.22
17	0.70	0.30	0.21
18	0.73	0.27	0.20
19	0.77	0.23	0.18
20	0.53	0.47	0.25
21	0.33	0.67	0.22
22	0.77	0.23	0.18
23	0.53	0.43	0.23
24	0.63	0.37	0.23
25	0.30	0.70	0.21
26	0.40	0.60	0.24
27	0.27	0.73	0.20
28	0.30	0.70	0.21
29	0.43	0.57	0.25
30	0.30	0.70	0.21
รวม			6.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สูตร

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

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left\{1-\frac{6.52}{25.91}\right\} = 0.77$$

ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 ผลการประเมินสื่อการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด (ด้านเนื้อหา) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	เฉลี่ย	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4	5	4	13	4.33	ดี
ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	4	14	4.66	ดีมาก
ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	4	4	13	4.33	ดี
ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	5	4	14	4.66	ดีมาก
รวม	19	19	16	54	17.98	
มีระดับคะแนนเฉลี่ย	4.75	4.75	4	13.50	4.50	ดีมาก
2. ภาพและตัวอักษร						
ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย	5	4	4	13	4.33	ดีมาก
ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	4	14	4.66	ดีมาก
ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	5	5	4	14	4.66	ดีมาก
รวม	15	14	12	41	13.65	
มีระดับคะแนนเฉลี่ย	5	4.66	4	13.66	4.55	ดีมาก
3. เวลา						
ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	5	4	4	113	4.33	ดี
ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4	5	4	13	4.33	ดี
ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด	5	5	4	14	4.66	ดีมาก
รวม	14	14	12	40	13.33	
เฉลี่ย	4.66	4.66	4	13.22	4.44	ดีมาก
รวมทั้งหมด	48	47	40	135	44.96	
จากทุกเรื่องที่ประเมิน มีระดับค่าเฉลี่ยรวม	4.80	4.70	4.00	13.50	4.50	ดีมาก

การประเมินเฉลี่ย จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน อยู่ในระดับ 4.50 (ดีมาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.6 ผลการประเมินสื่อการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	เฉลี่ย	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	4	4	12	4	ดีมาก
ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	5	5	4	14	4.66	ดีมาก
ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	5	4	14	4.66	ดีมาก
รวม	14	14	12	40	13.32	
มีระดับค่าเฉลี่ย	4.66	4.66	4	13.32	4.44	ดีมาก
2. ภาพและตัวอักษร						
ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	5	5	4	14	4.66	ดีมาก
ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	4	12	4	ดี
ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	4	4	12	4	ดี
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	5	4	4	13	4.33	ดี
รวม	18	17	16	51	16.99	
มีระดับค่าเฉลี่ย	4.50	4.25	4	12.75	4.25	ดี
3. เวลา						
ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	5	5	5	15	5	ดีมาก
ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4	4	4	12	4	ดี
ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด	4	5	4	13	4.33	ดี
รวม	13	14	13	40	13.33	
มีระดับค่าเฉลี่ย	4.33	4.66	4.33	13.32	4.44	ดี
รวมทั้งหมด	45	45	41	131	43.64	
จากทุกเรื่องที่ประเมิน มีระดับค่าเฉลี่ยรวม	4.50	4.50	4.10	13.10	4.36	ดี

ผลการประเมินเฉลี่ย จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน อยู่ในระดับ 4.36 (ดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.7 แสดงคะแนนในการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน ตอนที่ 1 (15 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน ตอนที่ 2 (15 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
1	13	12	25	26
2	13	12	25	25
3	14	12	26	24
4	12	112	24	23
5	13	10	23	23
6	12	11	23	24
7	12	10	22	23
8	13	12	25	23
9	13	13	26	25
10	13	12	25	22
11	12	12	24	24
12	13	12	25	25
13	13	13	23	24
14	13	13	26	26
15	13	12	25	25
16	13	12	24	25
17	12	11	23	26
18	14	12	26	23
19	13	12	25	24
20	14	13	27	27
รวม	รวม		495	487
		$\overline{X}$	24.75	24.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$E_1 = \frac{[(\sum x/N]\times 100}{A} = \frac{(495/20]}{30}\times 100 = 82.5$$

$$E_2 = \frac{[\sum x/N]\times 100}{B} = \frac{[487/20]}{30}\times 100 = 81.17$$

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน = $E_1 : E_2$ = 82.50:81.17

จากผลการทดลองหาค่า $E_1 : E_2$ ดังกล่าวได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80:80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.8 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

คนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
1	26	15
2	25	15
3	24	16
4	23	13
5	23	17
6	24	13
7	23	12
8	23	20
9	25	18
10	22	12
11	24	18
12	25	17
13	24	20
14	26	12
15	25	15
16	25	15
17	26	20
18	23	18
19	24	12
20	27	25
ΣX	487	323
$\overline{X}$	24.35	16.15
SD	1.31	3.47
S^2	1.716	12.041
N	20	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.9 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SPSS

การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

T-Test

Group Statistics

	GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SCORE	com	20	24.35	1.31	.29
	plan	20	16.15	3.47	.78

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SCORE	Equal variances assumed	12.670	.001	9.892	38	.000	8.20	.83	6.52	9.88
	Equal variances not assumed			9.892	24.304	.000	8.20	.83	6.49	9.91
	Equal variances not assumed			9.892	24.304	.000	8.20	.83	6.49	9.91

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิดกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธี Independent Samples t – test กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มควบคุมเรียนตามแผนการสอนทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน จัดรูปแบบทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังนี้

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนตามแผนการสอน

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ H_0 และ H_1

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่

μ_1 คือกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

μ_2 คือกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแผนการสอน

H_0 คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองต่ำกว่าหรือเท่ากับกลุ่มควบคุม

H_1 คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

กำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ (α) = .05 หมายความว่าการทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ (1-α) 100% = 95%

คำนวณหาค่า t (Independent Sample t – test)

ผู้วิจัยพิจารณากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($N \leq 30$) ไม่แน่ใจว่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากันหรือไม่ ($\delta_1^2 = \delta_1^2$ หรือ $\delta_1^2 \neq \delta_2^2$) จึงทดสอบความแปรปรวนดังนี้

สมมติฐาน $H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1 = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

ผลปรากฏว่าค่าความแปรปรวนไม่เท่ากันจึงเลือกใช้สูตร t – test คือ

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 6.9 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SPSS ในการคำนวณเปรียบเทียบคะแนน ข้อมูลที่ได้มี 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นผลของการคำนวณสถิติทั่ว ๆ ไป (Group Statistics) และส่วนที่เป็นผลของการคำนวณในการหาค่า t ในส่วนของ Independent Sample t – test สามารถแสดงผลลัพธ์ต่าง ๆ ในตารางได้ดังนี้

ค่าสถิติทั่วไป (Group Statistics)

N หมายถึง จำนวนข้อมูล โดยมีกลุ่มทดลอง (com) จำนวน 20 คนและกลุ่มควบคุม (plan) จำนวน 20 คน

Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มทดลอง = 24.35 และค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มควบคุม = 16.15

Std Deviation หมายถึงคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลอง = 1.31 และคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม = 3.47

Std.Error Mean หมายถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของกลุ่มทดลอง = .29 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม = .78

การแปลความหมายผลลัพธ์

การทดสอบความแปรปรวน

ในส่วนของ Independent Sample t – test เป็นการทดสอบความไม่เท่ากันของความแปรปรวนทั้งสองกลุ่ม จะเห็นว่า F = 12.670 ค่า Sig = .001 เห็นได้ว่าค่า Sig น้อยกว่าระดับความมีนัยสำคัญ .05 (α=.05) แสดงว่ายอมรับ H_1 ปฏิเสธ H_0 (จากการเปิดตารางแจกแจงค่า F-Test ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ได้ค่า $F_{.05(19.19)} = 2.21$ ดังนั้น F ที่คำนวณได้เท่ากับ 12.670 มากกว่า 2.21 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1) นั่นคือความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน

การคำนวณหาค่า t

สำหรับการคำนวณหาค่า t ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณโดยการใช้โปรแกรม SPSS 10.0 เป็นโปรแกรมที่นักวิจัยใช้คำนวณหาค่าทางสถิติ โดยทดสอบความแปรปรวนก่อนที่จะเลือกใช้สูตรใดในการคำนวณหาค่า t ผลการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแสดงในตารางที่ 6.9

ผลจากโปรแกรม SPSS ในบรรทัด Equal variance not assumed ในการสรุปผล จะเห็นว่า t = 9.892 ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่าค่า t จากตาราง 2.064 ณ df = 24.304 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 (α=.05) โดยค่า t ที่คำนวณจากโปรแกรม SPSS ตกอยู่ในเขตวิกฤต (เขตปฏิเสธ H_0) ต้องยอมรับ H_1 คือ $\mu_1 > \mu_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงหมายความว่าผลลัพธ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลลัพธ์ทางการเรียนกลุ่มควบคุม

จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองวิจัยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.
เนื้อหาบทเรียน

- เนื้อหาบทเรียนวิชาอุณหพลศาสตร์ 1 เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหารายวิชา

ME 282 อุณหพลศาสตร์ 1 (THERMODYNAMICS I)

วิชาที่ต้องเรียนก่อน : ฟิสิกส์ 2 คณิตศาสตร์ 1

หลักการเบื้องต้นของเทอร์โมไดนามิคส์ คุณสมบัติของสารบริสุทธิ์ กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด ระบบที่มีการไหล กฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิคส์อสมการของคลอเซียร์ส เอ็นโทรปี วัฏจักรทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

Computer Assisted Instruction For Thermodynamic I

On The First Law Of Thermodynamics For Closed System

จุดประสงค์ทั่วไป

เข้าใจกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปต่าง ๆ ได้
3. อธิบายขบวนการต่าง ๆ ในการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน
4. วิเคราะห์ปัญหาทางเทอร์โมไดนามิคส์โดยใช้กฎข้อที่หนึ่ง ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

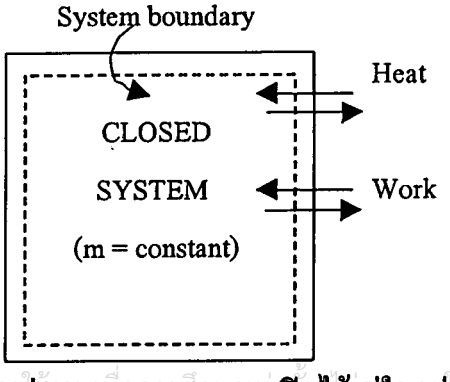
กระบวนการต่าง ๆ ในทางเทอร์โมไดนามิคส์จะเป็นไปตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ หรือกฎอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งในการใช้กฎนี้ในการวิเคราะห์กระบวนการ เราจำเป็นจะต้องทราบถึงลักษณะของพลังงานในรูปต่าง ๆ ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวพลังงานในรูปต่าง ๆ ได้แก่ ความร้อน งาน พลังงานภายใน พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ เอนทัลปี นอกจากนี้ยังจะอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานภายในกับเอนทัลปี สมบัติที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน คือความร้อนจำเพาะ และวิธีการวิเคราะห์กระบวนการด้วยกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด ในที่นี้จะกล่าวถึงหัวข้อดังต่อไปนี้

1. กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์หรือกฎอนุรักษ์พลังงาน มีหลักการว่า "พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปหรือถูกถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ แต่ไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือทำลายให้สูญสลายไปได้" ดังนั้นเมื่อพิจารณาการถ่ายโอนพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมแล้ว จะพบว่าพลังงานรวมของระบบกับสิ่งแวดล้อมจะมีค่าคงที่ ตัวอย่างเช่น ในกระบวนการที่ระบบได้รับพลังงานจากสิ่งแวดล้อมนั้น ปริมาณพลังงานที่ระบบได้รับจะเท่ากับปริมาณพลังงานที่สิ่งแวดล้อมสูญเสีย โดยสามารถเขียนเป็นสมการแสดงการถ่ายโอนพลังงานของระบบใด ๆ ได้ดังนี้

[พลังงานที่เข้าสู่ระบบ] – [พลังงานที่ออกจากระบบ] = [พลังงานรวมในระบบที่เปลี่ยนแปลงไป] (1)

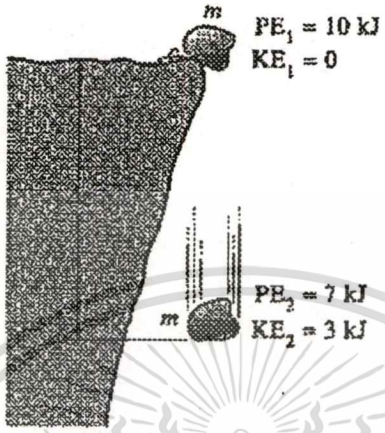
จากสมการ 1 พลังงานรวมของระบบประกอบขึ้นจากพลังงานที่อยู่ในรูปจุลภาพ (Microscopic form) คือพลังงานภายใน และพลังงานที่อยู่ในรูปมหภาค (Macroscopic form) ซึ่งได้แก่ พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ ส่วนพลังงานที่ถ่ายโอนเข้า-ออกจากระบบ จะเรียกว่า พลังงานที่สามารถถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบได้ ในกรณีของระบบปิดพลังงานที่สามารถถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบปิดได้มี 2 รูป คือความร้อน (heat) และงาน (work) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 พลังงานที่สามารถถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบปิดได้อยู่ในรูปความร้อนและงาน

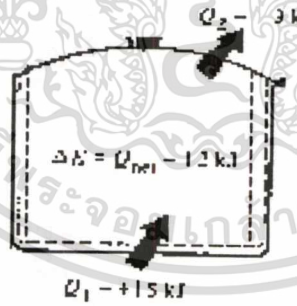
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการโดยรวมของกฎอนุรักษ์พลังงานคือ พลังงานรวมจะมีค่าคงที่ ตัวอย่างง่าย ๆ ของกฎอนุรักษ์พลังงานเป็นดังแสดงในรูปที่ 2 เมื่อก้อนหินหล่นจากหน้าผาจะทำให้พลังงานศักย์บางส่วนของก้อนหินเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ โดยพลังงานศักย์ที่ลดลงจะเท่ากับพลังงานจลน์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้พลังงานรวมมีค่าคงที่ตามกฎอนุรักษ์พลังงาน



รูปที่ 2 พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปได้โดยพลังงานรวมจะมีค่าคงที่เสมอตามกฎอนุรักษ์พลังงาน

การนำกฎทรงพลังงานข้างต้นนี้ไปใช้กับระบบปิด (closed system) ซึ่งไม่มีการถ่ายเทมวลสาร ดังนั้นพลังงานที่เข้าหรือออกระบบจึงมีได้เพียงในรูปของความร้อนและงานเท่านั้น



รูปที่ 3 เมื่อไม่มีงานกระทำพลังงานของระบบจะเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับปริมาณการถ่ายเทความร้อน

พิจารณากระบวนการที่มีเฉพาะการถ่ายเทความร้อนไม่มีการส่งถ่ายพลังงานในรูปของงาน เช่นถังปิดบรรจุของไหลดังรูปที่ 3 สมมุติว่าตอนแรกของไหลมีพลังงานรวม E_1 ต่อมามีการส่งความร้อนให้กับของไหลในปริมาณ Q_{in} ซึ่งภายหลังการให้ความร้อนนี้พลังงานรวมของของไหลเปลี่ยนไปเป็น E_2 กระบวนการนี้สามารถนำมาเขียนเป็น กฎทรงพลังงานได้คือ

$$+Q_{in} = E_2 - E_1 = \Delta E$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางกลับกันถ้าเราระบายความร้อนออกจากของไหลในปริมาณ Q_{out} กฎทรงพลังงานจะกลายเป็น

$$-Q_{out} = E_2 - E_1 = \Delta E$$

ซึ่งจะพบว่า ΔE มีค่าเป็นลบ และพลังงานรวมของของไหลจะลดลง ($E_2 < E_1$) และถ้ามีการให้ทั้งความร้อนและระบายความร้อนออกพร้อม ๆ กันกฎทรงพลังงานก็จะเขียนได้ว่า

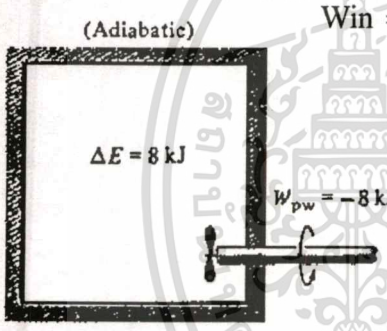
$$Q_{net} = Q_{in} - Q_{out} = \Delta E$$

ดังนั้นถ้าเราให้ $Q = Q_{net}$ โดยที่เครื่องหมายของความร้อนที่เข้าสู่ระบบเป็นบวกและที่ออกจากระบบเป็นลบจะได้ว่า

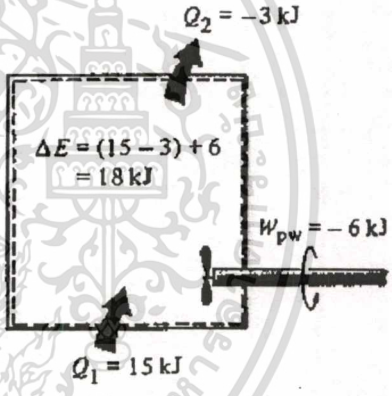
$$Q = \Delta E \qquad (2)$$

ขั้นต่อมาพิจารณากระบวนการที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน (adiabatic) เช่น ถังปิดหุ้มฉนวนกันความร้อน ซึ่งภายในบรรจุของไหลและถูกปั่นกวนด้วยใบพัด โดยใบพัดดังกล่าวส่งงานเพลาให้กับของไหลจำนวน W_{in} ตอนแรกก่อนการปั่นกวนของไหลมีค่าพลังงานรวม E_1 และหลังจากการปั่นกวนพลังงานรวมของไหลเปลี่ยนเป็น E_2 (รูปที่ 4) ในกรณีนี้กฎทรงพลังงานเขียนได้เป็น

$$Win = E_2 - E_1 = \Delta E$$



รูปที่ 4 งานเพลาที่กระทำต่อระบบหุ้มฉนวนความร้อนมีขนาดเท่ากับการเพิ่มของพลังงานในระบบ



รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบมีค่าเท่ากับผลรวมของงานสุทธิและการถ่ายเทความร้อนสุทธิ

สมการข้างบนนี้สามารถนำไปใช้กับงานประเภทใดก็ได้ (งานไฟฟ้า งานขอบเขตของสปริง ฯลฯ) และในทางกลับกันถ้างานถูกส่งออกจากระบบในปริมาณ W_{out} ก็จะเขียนได้เป็น

$$-W_{out} = E_2 - E_1 = \Delta E$$

หากเราใช้สัญลักษณ์ W แทน $W_{net} = W_{in} - W_{out}$ ก็จะได้สมการทำนองเดียวกับสมการ (2) เว้นแต่เราได้กำหนดเครื่องหมายของงานว่า งานออกจากระบบมีเครื่องหมายเป็นบวก และงานเข้าสู่ระบบมีเครื่องหมายเป็นลบ ดังนั้นกฎทรงพลังงานในกรณีที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนสำหรับระบบปิดจึงเขียนได้เป็น

$$-W = \Delta E \qquad (\text{เมื่อ } Q = 0) \qquad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่เครื่องหมายลบมาใส่ข้างหน้า W ก็เพื่อให้สอดคล้องกับกฎทรงพลังงาน (พลังงานเข้าเป็นบวก ออกเป็นลบ) และสามารถใช้เครื่องหมายของงานตามที่เรากำหนดได้ [$-W = -(+W_{out} - W_{in})$]

ถึงขั้นนี้เราสามารถพิจารณากฎทรงพลังงานในกรณีที่มีทั้งการถ่ายเทความร้อนและการส่งถ่ายพลังงานในรูปของงาน ดังรูปที่ 5 ซึ่งได้รูปทั่วไปของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิดคือ

$$Q - W = \Delta E \qquad \text{(kJ)} \qquad (4)$$

โดยที่

Q = ปริมาณการถ่ายเทความร้อนสุทธิเข้าสู่ระบบ ($=\Sigma Q_{in} - \Sigma Q_{out}$)

W = งานสุทธิที่ระบบกระทำในทุกรูปแบบ ($=\Sigma W_{out} - \Sigma W_{in}$)

ΔE = การเปลี่ยนแปลงสุทธิของพลังงานรวมในระบบ $= E_2 - E_1$

เนื่องจากพลังงานรวมของระบบประกอบด้วยพลังงานภายใน U พลังงานจลน์ KE และพลังงานศักย์ PE (บทที่ 1) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของพลังงานรวมก็คือผลรวมของการเปลี่ยนแปลงพลังงานเหล่านี้ หรือ

$$\Delta E = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE \qquad (5)$$

แทนลงในสมการ (4) ได้

$$Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE \qquad (6)$$

เนื่องจากระบบปิดมีมวลคงที่ ดังนั้น

$$\Delta U = m(u_2 - u_1),\ \Delta KE = \frac{1}{2}m(\tilde{V}_2^2 - \tilde{V}_1^2),\ \Delta PE = mg(z_2 - z_1)$$

อย่างไรก็ดีระบบปิดส่วนใหญ่ที่พบในทางปฏิบัติมักอยู่กับที่คือไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วหรือเปลี่ยนแปลงระดับความสูง ระบบดังกล่าวซึ่งเรียก **stationary closed system** จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ ($\Delta KE = \Delta PE = 0$) กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์จึงกลายเป็น

$$Q - W = \Delta U = m(u_2 - u_1) \qquad (7)$$

ถ้าเราทราบสภาวะเริ่มต้นและสุดท้ายของกระบวนการก็สามารถหาค่าพลังงานในจำเพาะ (u_1, u_2) ได้จากตารางคุณสมบัติ หรือจากสมการความสัมพันธ์ทางเทอร์โมไดนามิคส์

บ่อยครั้งการแยกงานออกเป็นสองส่วนคือ $W = W_b + W_{other}$ ทำให้การวิเคราะห์สะดวกขึ้นมาก โดยที่ W_b คืองานที่ขอบเขต ส่วน W_{other} คืองานในรูปแบบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่งานที่ขอบเขต ดังนั้นกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์เขียนได้เป็น

$$Q - W_b - W_{other} = \Delta E \qquad (8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ไปใช้จะต้องให้เครื่องหมาย ความร้อนและงานตรงตามที่กำหนด คือ ความร้อนที่เข้าสู่ระบบและงานที่ระบบกระทำต่อสิ่งแวดล้อมมีเครื่องหมายเป็นบวก ส่วนความร้อนที่ออกจากระบบ และงานที่สิ่งแวดล้อมกระทำต่อระบบมีเครื่องหมายเป็นลบ งานที่กระทำอาจมีได้หลายรูปแบบพร้อม ๆ กัน โดยที่งานขอบเขต W_b คำนวณได้จากสมการ (5) ซึ่งมีเครื่องหมายตรงตามที่เรากำหนดโดยอัตโนมัติ

2. รูปแบบอื่น ๆ ของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สามารถเขียนได้หลายรูปแบบ คือหารตลอดสมการ (4) ด้วยมวลของระบบ จะได้สมการในรูปแบบต่อหน่วยมวลสาร

$$q - w = \Delta e \qquad (kJ/kg) \qquad (9)$$

รูปแบบอัตรา (rate form) ได้จาการหาสมการ (3.5.3) ด้วยช่วงเวลา Δt และให้ค่าจำกัด (limit) $\Delta t \rightarrow 0$ ซึ่งได้

$$Q - W = \frac{dE}{dt} \qquad (kW) \qquad (10)$$

โดยที่ Q คืออัตราการถ่ายเทความร้อน W คือกำลังงาน (power) ส่วน dE/dt คืออัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานรวมของระบบ สมการ (4) สามารถเขียนในรูป *differential form* สำหรับการถ่ายเทพลังงานจำนวนน้อย ๆ ได้คือ

$$\delta Q - \delta W = dE \quad (kJ) \qquad (11)$$

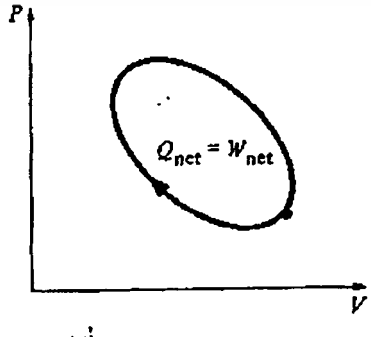
หรือ

$$\delta q - \delta w = de \quad (kJ/kg) \qquad (12)$$

สำหรับกระบวนการที่ครบวงจร (cyclic process) สภาวะเริ่มต้นและสุดท้ายเป็นสภาวะเดียวกัน ดังนั้น $\Delta E = E_2 - E_1 = 0$ ดังนั้นกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับวัฏจักร (cycle) คือ

$$Q - W = 0 \qquad (13)$$

กล่าวคือปริมาณการถ่ายเทความร้อนสุทธิจะต้องเท่ากับปริมาณงานสุทธิในระหว่างวัฏจักร (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 สำหรับวัฏจักร $\Delta E = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมองในแง่ของพลังงานแล้วความร้อนและงานจะไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่สะมในระบบมีค่าเท่ากับปริมาณพลังงานที่ถ่ายเทข้ามเส้นขอบเขตของระบบ ไม่ว่าพลังงานดังกล่าวจะอยู่ในรูปของความร้อนหรืองานก็ตาม อย่างไรก็ตามแม้ความร้อนและงานอาจไม่แตกต่างกันเมื่อพิจารณาในมุมมองของกฎข้อที่หนึ่ง ฯ แต่ในมุมของกฎข้อที่สอง ฯ แล้วจะพบว่าความร้อนและงานมีความแตกต่างกันอย่างมาก

ตัวอย่าง 1 ถังปิดใบหนึ่งบรรจุของไหลร้อนซึ่งถูกปั่นกวนโดยใบพัด ตอนแรกของไหลมีพลังงานภายใน 800 kJ ในระหว่างกระบวนการปั่นกวนนี้ใบพัดส่งงานจำนวน 100 kJ ให้กับของไหล และของไหลสูญเสียความร้อนออกสู่ภายนอกจำนวน 500 kJ จงหาพลังงานภายในของของไหลที่สภาวะสุดท้าย

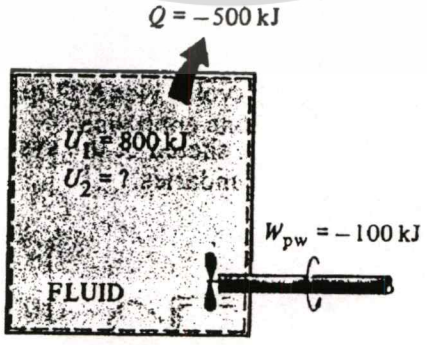
วิธีทำ เลือกของไหลทั้งหมดในถังเป็นระบบ ซึ่งขอบเขตแสดงเป็นเส้นประดังในรูป เนื่องจากไม่มีมวลถ่ายเทผ่านเส้นขอบเขตดังนั้นจึงเป็นระบบปิด และโจทย์ไม่ได้กล่าวถึงการเคลื่อนที่จึงคิดได้ว่าระบบอยู่กับที่ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ จากฎทรงพลังงาน (สมการ 6) ซึ่งในกรณีนี้ต้องการหาค่า U_2

$$Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$$
$$= U_2 - U_1$$

แทนค่า (สังเกตเครื่องหมาย)

$$(-500kJ) - (-100kJ) = U_2 - 800\ kJ)$$
$$U_2 = 400\ kJ$$

เครื่องหมายของความร้อนเป็นลบเนื่องจากถ่ายเทออกจากระบบและงานถูกส่งเข้าระบบจึงมีเครื่องหมายเป็นลบเช่นกัน



รูปที่ 7 ตัวอย่างที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำโจทย์อย่างเป็นขั้นตอน

ถึงจุดนี้เรามีความรู้พอเพียงสำหรับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิคส์ที่สำคัญบางปัญหาได้แล้ว ปัญหาที่ซับซ้อนสามารถแก้ได้โดยไม่ยากนักหากเราทำอย่างเป็นขั้นตอน ในหัวข้อนี้จะแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยอาศัยตัวอย่างประกอบ

ตัวอย่างประกอบ ถังปิดใบหนึ่งมีปริมาตร $0.1 m^3$ บรรจุไอน้ำซึ่งตอนแรกมีความดัน 500 kPa อุณหภูมิ 200^0C ต่อมาไอน้ำถูกทำให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิเป็น 50^0C จงหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทระหว่างกระบวนการนี้ ตลอดจนค่าความดันสุดท้ายในถัง

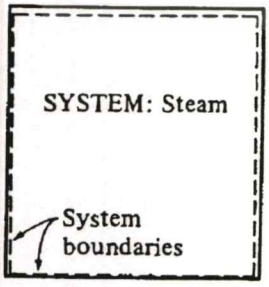
ขั้นตอนที่ 1 วาดรูปและแสดงระบบ

การเริ่มต้นของการทำโจทย์ควรวาดรูปทุกครั้ง โดยรูปที่วาดนี้ไม่จำเป็นต้องสวยงามแต่ก็ควรมีความคล้ายคลึงกับปัญหาในโจทย์ เมื่อวาดรูปแล้วก็ควรแสดงระบบโดยการเขียนเส้นประแสดงขอบเขตของระบบ (รูปที่ 8)

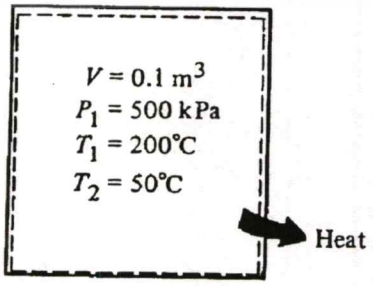
การแสดงระบบนี้ทำให้เป็นการชัดเจนว่ากฎทรงพลังงานนั้นจะถูกนำไปใช้ ณ ย่านใด สำหรับปัญหาอย่างง่ายการเลือกระบบสามารถเห็นได้โดยเด่นชัด (เช่นไอน้ำภายในถังดังในตัวอย่างนี้) แต่ในบางปัญหาซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลายประเภทอาจต้องทำการวิเคราะห์แต่ละส่วนแยกจากกัน ในกรณีดังกล่าวจะต้องแสดงระบบให้ชัดเจนก่อนการวิเคราะห์แต่ละครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 เขียนสิ่งที่กำหนดให้ลงบนรูป

ส่วนใหญ่แล้วข้อมูลที่โจทย์ให้นั้นจะอยู่ในรูปคำพูด และกระจัดกระจายไปในหลาย ๆ ประโยค ดังนั้นควรรวบรวมสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เขียนเป็นสัญญลักษณ์ลงบนรูปดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9 นอกจากนั้นควรเขียนการถ่ายเทความร้อนหรืองานโดยแสดงทิศทางหรือเครื่องหมายที่ถูกต้อง



รูปที่ 8 การวาดระบบและขอบเขต



รูปที่ 9 การเขียนข้อมูลจากโจทย์ลงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบดูกระบวนการพิเศษ

ในระหว่างกระบวนการหนึ่ง ๆ มักมีค่าคุณสมบัติบางตัวที่ไม่เปลี่ยนแปลง และการถ่ายเทความร้อนและงานอาจไม่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันการสังเกตหากระบวนการพิศษเหล่านี้จะช่วยให้การวิเคราะห์ปัญหาง่ายขึ้นมาก สำหรับปัญหาตัวอย่างนี้เราพบว่าทั้งมวลของไอน้ำ และปริมาตรของถังไม่เปลี่ยนแปลงนั่นคือปริมาตรจำเพาะของไอน้ำเป็นค่าคงที่ หรือ

$$v = V/m = \text{constant}$$

หรือ

$$v_2 = v_1$$

ขั้นตอนที่ 4 ระบุสมมุติฐานต่าง ๆ

สมมุติฐานต่าง ๆ จะทำให้ปัญหาของเราง่ายขึ้นมาก ดังนั้นจึงต้องระบุให้ชัดเจน ตลอดจนตรวจสอบว่าสมมุติฐานเหล่านี้เป็นจริงหรือไม่ (โดยดูว่าขัดแย้งกับโจทย์หรือไม่) หากไม่แน่ใจก็อย่าใช้สมมุติฐานนั้น ๆ สมมุติฐานที่พบบ่อยในเทอร์โมไดนามิคส์ได้แก่การสมมติว่าเป็นกระบวนการเกือบสมดุลย์การไม่คิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ การคิดว่าก๊าซมีพฤติกรรมเป็นก๊าซอุดมคติ และการไม่คิดการถ่ายเทความร้อนสู่หรือออกจากระบบที่หุ้มฉนวนความร้อนเป็นต้น

ในตัวอย่างนี้เราสามารถสมมติว่าระบบอยู่กับที่เนื่องจากโจทย์ไม่ได้กล่าวถึงการเคลื่อนที่ ดังนั้นในกรณีนี้จึงไม่คิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของระบบ

ขั้นตอนที่ 5 นำสมการกฎการไม่สูญหายมาประยุกต์ใช้

ถึงขั้นนี้เราพร้อมที่จะใช้สมการการไม่สูญหาย เช่น กฎทรงมวลและกฎทรงพลังงานโดยเริ่มจากการเขียนกฎดังกล่าวในรูปทั่วไปที่สุด หลังจากนั้นจึงจัดรูปให้ง่ายขึ้น โดยการตัดค่าที่ไม่มีออกไป (โดยพิจารณาจากสมมติฐานที่ระบุ) การแทนค่าตัวเลขควรทำหลังจากที่ได้จัดรูปสมการให้ง่ายที่สุดแล้ว สำหรับตัวอย่างของเรา

กฎทรงมวล : $m_2 = m_1 = m$

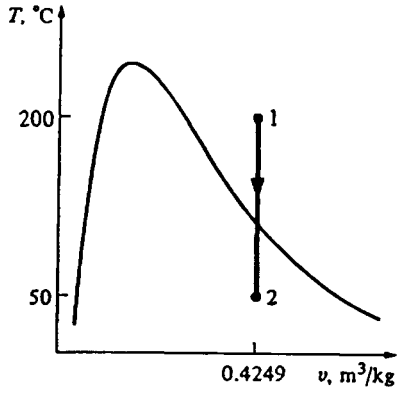
กฎทรงพลังงาน : $Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$

$$Q = m(u_2 - u_1)$$

ขั้นตอนที่ 6 วาดกระบวนการลงบนแผนภาพ

การวาดกระบวนการลงบนแผนภาพ เช่น แผนภาพความดัน-ปริมาตรจำเพาะ หรือแผนภาพอุณหภูมิ-ปริมาตรจำเพาะ จะช่วยแสดงให้เห็นเส้นทางของกระบวนการตลอดจนสภาวะเริ่มต้นและสุดท้ายของกระบวนการซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์อย่างมาก ทั้งนี้เราควรเอกใช้แผนภาพที่สามารถแสดงกระบวนการที่ค่าคุณสมบัติหนึ่ง ๆ คงที่ได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 การแสดงกระบวนการลงบนแผนภูมิคุณสมบัติ

สำหรับตัวอย่างนี้เส้นทางของกระบวนการแสดงค่าปริมาตรจำเพาะคงที่สามารถเห็นได้โดยชัดเจนจากแผนภาพอุณหภูมิ-ปริมาตร (รูปที่ 1.9) และที่เลือกใช้แผนภาพนี้ก็เพราะเรารู้ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นและสุดท้าย สำหรับสารบริสุทธิ์ที่ไม่ใช่สถานะก๊าซเราควรพล๊อตเส้นอิ่มตัวลงไปด้วย เพราะจะได้คาดหมายได้ว่าสารควรอยู่ในสถานะใด เช่นในตัวอย่างนี้สภาวะเริ่มต้นของไอน้ำเป็นไอซุปเปอร์ฮีทและสภาวะสุดท้ายควรเป็นของผสมอิ่มตัว

ขั้นตอนที่ 7 หาค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ต้องใช้ ตลอดจนคำนวณสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ที่สภาวะหนึ่ง ๆ สามารถหาได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ทางเทอร์โมไดนามิคส์หรือตารางคุณสมบัติ อย่างไรก็ตามก่อนนำสมการความสัมพันธ์ใด ๆ มาใช้ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าสามารถใช้ได้อย่างถูกต้อง เช่น การใช้สมการก๊าซอุดมคตินั้นจะต้องตรวจสอบว่าสามารถประมาณว่าสารนั้นเป็นก๊าซอุดมคติได้หรือไม่ (บทที่ 2) และการอ่านค่าจากตารางคุณสมบัติก็จะต้องรู้ว่าสารอยู่ในสถานะใด ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะต้องทบทวนความรู้จากบทเรียนที่ 2 ให้แม่นยำ

สำหรับปัญหาของเราในตัวอย่างนี้ ที่สภาวะแรกโจทย์กำหนดความดันและอุณหภูมิซึ่งเราสามารถระบุได้ว่าไอน้ำอยู่ในสถานะไอซุปเปอร์ฮีท ($T_1 = 200^0C$) > T_{sat} ที่ 500 kPa = 151.9^0C) ดังนั้น

สภาวะที่ 1 : $P_1 = 500$ kPa, $T_1 = 200^0C$ เปิดตาราง A.4 ได้

$v_1 = 0.4249$ m^3/kg และ $u_1 = 26442.9$ kJ/kg

สภาวะที่ 2: $v_2 = v_1 = 0.4269$ m^3/kg, $T_2 = 50^0C$ เปิดตาราง A.4 ได้

$P_{sat} = 12.349$ kPa

$v_1 = 0.001$ m^3/kg, $v_g = 12.03$ m^3/kg

$u_f = 209.32$ kJ/kg, $u_g = 2443.5$kJ/kg

ตรวจสอบสถานะพบว่า $v_f < v_2 < v_g$ จึงเป็นของผสมอิ่มตัว ดังนั้น

$$v_2 = v_f + x_2 v_{fg}$$

หรือ
$$x_2 = \frac{v_2 - v_f}{v_{fg}} = 0.0352$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$u_2 = u_f + x_2 u_{fg}$$
$$= 209.32 + (0.0352)(2443.5 - 209.32)$$
$$= 288.0 \text{ kJ/kg}$$
$$m = \frac{V}{v} = \frac{0.1 m^3}{0.42 + 9 m^3/kg} = 0.235 \text{ kg}$$

แทนลงในกฎทรงพลังงานได้

$$Q = m(u_2 - u_1)$$
$$= (0.235kg)(288 - 264.9) \text{ kJ/kg}$$
$$= -553.4 \text{ kJ}$$

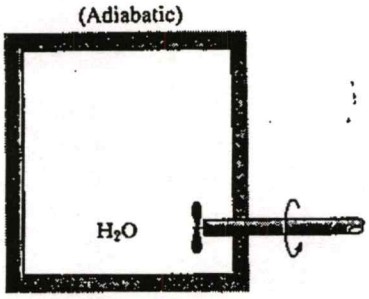
หมายเหตุ : ควรตรวจสอบดูว่าหน่วยของตัวแปรต่าง ๆ ถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบว่าผลลัพธ์ได้สมเหตุผลหรือไม่ ซึ่งในกรณีนี้ได้ Q เป็นลบแสดงว่าเป็นการถ่ายเทความร้อนออกจากระบบซึ่งสมเหตุผลเพราะระบบ (ไอน้ำ) มีอุณหภูมิลดลง

ขั้นตอนต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นจะถูกนำไปใช้กับทุกตัวอย่างในที่นี้โดยไม่มีการระบุขั้นตอนอย่างเด่นชัดดังข้างต้น และในบางตัวอย่างบางขั้นตอนอาจไม่จำเป็นและถูกข้ามไป อย่างไรก็ตาม ผู้อ่านควรพยายามทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ทุกครั้งในการแก้ปัญหาทางเทอร์โมไดนามิคส์เพราะจะช่วยให้การวิเคราะห์ปัญหาง่ายขึ้นมาก

ตัวอย่างที่ 2 ถ้ามีการกวนน้ำร้อนในถังเกร็งที่มีการหุ้มฉนวน (an insulated rigid tank) โดยใช้งาน 8 kJ จงพิจารณาหาการเปลี่ยนแปลงพลังงานในระบบ

วิธีทำ จากสมการ

$$Q - (W_b + W_{other}) = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$$



รูปที่ 11 ตัวอย่างที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาระบบและกระบวนการ

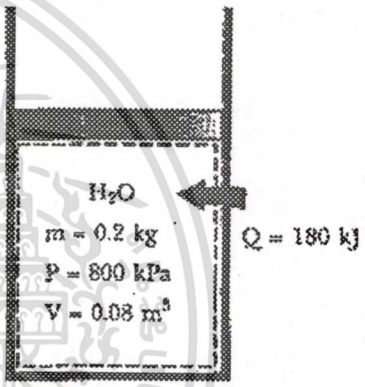
- ระบบมีการหุ้มฉนวน ; $Q = 0$
- ภาชนะเป็นภาชนะเกร็งจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรในระหว่างกระบวนการ ทำให้ไม่มีงานจากการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบ ; $W_b = 0$
- ระบบมีการถ่ายโอนงานในรูปอื่น ๆ ในที่นี้ คือ W_{pw} (เกิดจากการหมุนของเพลาของใบกวน)
- ระบบไม่มีการเคลื่อนที่ ; $\Delta KE + \Delta PE = 0$ (โจทย์ไม่มีการกำหนดข้อมูล)

จากเงื่อนไขทั้งหมด จะได้ $-W_{pw} = \Delta U$

แทนค่า $-(8\ kJ) = \Delta U$

นั่นคือ งานจากใบกวนจะทำให้น้ำมีพลังงานภายใน (U) เพิ่มขึ้น = 8 kJ ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 มีกระบอกสูบบรรจุน้ำมวล 0.2 kg. ปริมาตร 0.08 m^3 ที่มีความดันเป็น 800 kPa ถ้าให้ความร้อนแก่น้ำในปริมาณ 180 kJ ตามกระบวนการความดันคงที่ ให้หาอุณหภูมิที่สภาวะสุดท้ายของน้ำ และเขียนแผนภาพ T-v แสดงกระบวนการ



รูปที่ 12 ตัวอย่างที่ 3

แนวคิด การที่จะทราบค่าอุณหภูมิของสภาวะสุดท้าย (T_2) ได้ เราจะต้องทราบสมบัติที่ไม่ขึ้นกับมวลของสภาวะที่ดังกล่าวอย่างน้อย 2 อย่าง ซึ่งจากข้อมูลของโจทย์ทำให้ทราบค่า P_2 (เนื่องจากความดันมีค่าคงที่) ส่วนสมบัติอีกอย่างหนึ่ง สามารถหาได้จากกฎข้อที่หนึ่งฯ

วิธีทำ

จากสมการ : $Q - (W_b + W_{other}) = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$

พิจารณาระบบและกระบวนการ

- เนื่องจากในกระบวนการไม่มีการถ่ายโอน W_{other} ; $W_{other} = 0$
- ระบบไม่มีการเคลื่อนที่ (Stationary system) ; $\Delta KE, \Delta PE = 0$

ดังนั้น จะได้ $Q - W_b = \Delta U$

เนื่องจากกระบวนการมีความดันคงที่จะได้ $W_b = P(V_2 - V_1) = PV_2 - PV_1$

$P = P_1 = P_2$ $W_b = P_2V_2 - P_1V_1$

แทนค่างานลงในสมการกฎข้อที่หนึ่งฯ $Q = U_2 - U_1 + (P_2V_2 - P_1V_1)$

$= U_2 + (P_2V_2) - (U_1 - P_1V_1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $H = U + PV$

ดังนั้น $Q = H_2 - H_1$

$= m(h_2 - h_1)$

จะหาค่า h_2 เพื่อใช้ในการหาค่า T_2

สภาวะที่ 1 ต้องการหา h_1 ซึ่งต้องทำการตรวจสอบสถานะของน้ำในสภาวะที่นี้ก่อน

$$v_1 = \frac{V_1}{m} = \frac{0.08\ m^3}{0.2\ kg} = 0.4\frac{m^3}{kg}$$

สมบัติของน้ำอิ่มตัวที่ $P_1 = 800$ kPa

$v_f = 0.001115\ m^3/kg$, $v_g = 0.2404\ m^3/kg$.

จากการเปรียบเทียบกับปริมาตรจำเพาะ พบว่า $v_1 > v_g$ น้ำมีสถานะเป็นไอร้อนยวดยิ่ง

หา h_1 จากตาราง A-6 $\longrightarrow$ $h_1 = 3323.9$ kJ/kg (โดยการประมาณค่าในช่วง) แทนค่าต่าง ๆ ลงสมการกฎข้อที่หนึ่งฯ เพื่อคำนวณค่า h_2

$180\ kJ = (0.2\ kg)(h_2 - 3323.9\ kJ/kg)$

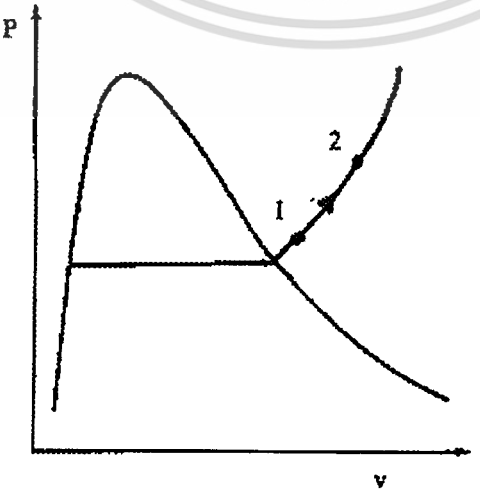
$h_2 = 4223.9$ kJ/kg

สภาวะที่ 2 $P_2 = 800$ kPa

$h_2 = 4223.9$ kJ/kg

จากตาราง A-6 (โดยการประมาณค่าในช่วง)

$T_2 = 828.7^0C$

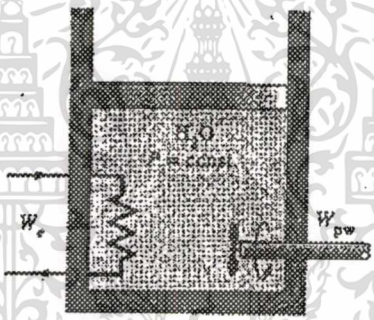


รูปที่ 13 แผนภาพ T-v แสดงกระบวนการของตัวอย่างที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 4 มีกระบอกสูบหุ้มฉนวนกันความร้อน บรรจุน้ำปริมาตร 2 L ซึ่งสถานะเป็นของเหลวอิ่มตัวที่ความดัน 150 kPa ในกระบวนการน้ำถูกกวนด้วยใบกวนขนาด 125 W พร้อมกับมีการผ่านกระแสไฟฟ้าจากแหล่งที่มีศักย์ไฟฟ้า 110 V เข้าสู่ระบบทำให้น้ำเกิดขยายตัวตามกระบวนการความดันคงจนกระทั่งน้ำครึ่งหนึ่ง (โดยมวล) ในระบบระเหยเป็นไอ ถ้าเวลาของการเกิดกระบวนการเท่ากับ 3 นาที 20 วินาที จงคำนวณขนาดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าสู่ระบบ พร้อมกับเขียนแผนภาพ P-v แสดงกระบวนการที่เกิดขึ้น

แนวคิด คำตอบที่ต้องการคือกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับงานทางไฟฟ้า ดังนั้นจึงจะคำนวณหางานทางไฟฟ้าโดยสมการกฎข้อที่หนึ่ง ฯ จากนั้นจึงคำนวณหากระแสไฟฟ้าจากปริมาณงานทางไฟฟ้า



รูปที่ 14 ระบบและกระบวนการในตัวอย่างที่ 4

วิธีทำ จากสมการ : $Q - (W_b + W_{other}) = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$

พิจารณาระบบและกระบวนการ

- ภาชนะมีการหุ้มฉนวน จึงไม่มีการถ่ายโอนความร้อนผ่านขอบเขตของระบบ ; $Q = 0$
- ในกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของระบบ ; $W_b \neq 0$
- ในกระบวนการมีการถ่ายโอน W_{other} 2 อย่าง คือ งานทางไฟฟ้าและงานจากการกวน ; $W_{other} = W_e + W_{pw}$
- ระบบไม่มีการเคลื่อนที่ (stationary system) ; $\Delta KE , \Delta PE = 0$

ดังนั้น จะได้ $-W_b - W_e - W_{pw} = \Delta U$

เนื่องจากกระบวนการเป็นกระบวนการความดันคงที่ $\rightarrow \Delta + W_b = \Delta H$

นั่นคือ $-W_e - W_{pw} = \Delta H = m(h_2 - h_1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะที่ 1 $P_1 = 150$ kPa, ของเหลวอิ่มตัว

$h_1 = h_{f@P150kPa} = 467$ kJ/kg

$v_1 = v_{f@P150kPa} = 0.001053\ m^3/kg$

มวลของน้ำคำนวณจาก ; $m = \frac{V}{v} = \frac{0.002\ m^3}{0.001053\ m^3/kg} = 1.9\ kg$

สภาวะที่ 2 $P_2 = 150$ kPa , $x_2 = 0.5 \rightarrow h_{fg} = 2226.5$ kJ/kg

ดังนั้น $h_2 = h_f + x\, h_{fg}$

$= 467.111$ kJ/kg + [(0.5)(2226.5 kJ/kg)

$= 1580.36$ kJ/kg

งานเนื่องจากการกวน $W_{pw} = -(125\ W)(200\ s) = -25{,}000\ J = -25$ kJ

แทนค่าลงในสมการกฎข้อที่หนึ่ง ฯ

$-W_e - (-25\ kJ) = (1.9\ kg)\ [(1580.36 - 467.11)\ kJ/kg]$

$W_e = -2090.17$ kJ

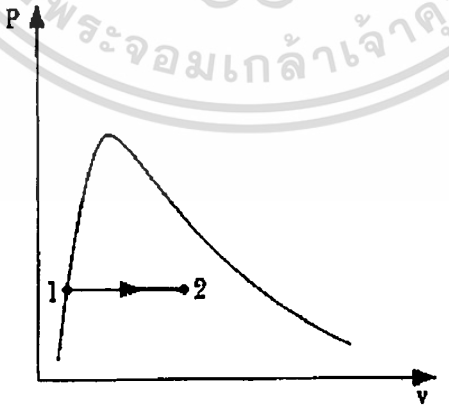
W_e มีเครื่องหมายเป็น (-) ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงว่าสิ่งแวดล้อมป้อนงานให้กับระบบ

จากสมการ $VI\Delta t = |W_e|$

$$I = \frac{|W_e|}{V\Delta t}$$

$$= \left[\frac{2090.17\,kJ}{(110\,V)(200\,s)}\right]\left[\frac{1000\,V\,As}{1\,kJ}\right]$$

$= 95$ A ตอบ



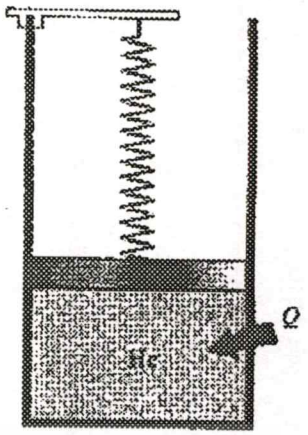
รูปที่ 15 แผนภาพ P-v แสดงกระบวนการในตัวอย่างที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 5 ชุดกระบอกสูบ-สปริงดังแสดงในรูป บรรจุแก๊สฮีเลียม (He) ปริมาตร 0.5 m^3 ไว้ที่ความดัน 100 kPa และอุณหภูมิ 25^{0}C ในสภาวะเริ่มต้นสปริงแตะอยู่กับลูกสูบโดยที่ยังไม่มีแรงกระทำระหว่างลูกสูบกับสปริง เมื่อให้ความร้อนแก่แก๊สฮีเลียมจนกระทั่งความดันและปริมาตรของแก๊สเพิ่มเป็นสามเท่าของสภาวะเริ่มต้น จงพิจารณาหา

(ก) งานในกระบวนการ

(ข) ปริมาณความร้อนที่เกิดการถ่ายโอนในกระบวนการ



รูปที่ 16

แนวทาง การหางานทำได้โดยการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ P-v ส่วนการหาปริมาณความร้อนที่เกิดการถ่ายโอนในกระบวนการ ใช้กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ในการวิเคราะห์

วิธีทำ (ก) สมบัติของฮีเลียมที่สภาวะสุดท้าย

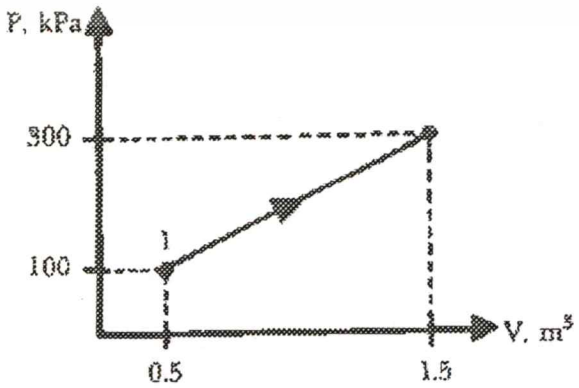
ปริมาตร $V_2 = 3V_1 = 3 \times 0.5\ m^3 = 1.5\ m^3$

ความดัน $P_2 = 3P_1 = 3 \times 100\ kPa = 300\ kPa$

งานในกระบวนการสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างความดันกับปริมาตรดังแสดงในรูปซึ่งจะได้ว่า

$$W_b = \frac{P_1 + P_2}{2}(V2 - V_1) = \frac{(100+300)kPa}{2}\left[(1.5-0.5)m^3\right]\left(\frac{1\ kJ}{1\ kPa \cdot m^3}\right)$$

$$= 200\ kJ$$ ตอบ



รูปที่ 17 แผนภาพ P-V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) ปริมาณการถ่ายโอนความร้อน (Q) ในกระบวนการพิจารณาได้จากกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ สำหรับระบบปิดดังนี้

$$Q - (W_b + W_{other}) = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$$

พิจารณาระบบและกระบวนการ

- ในกระบวนการไม่มีการถ่ายโอน W_{other}
- ไม่มีการคิดผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักยืและพลังงจลน์

ดังนั้นจะได้

$$Q = m(u_2 - u_1) + W_b$$

กำหนดให้ฮีเลียมเป็นแก๊สอุดมคติ $Q = mC_v(T_2 - T_1) + W_b$

มวลของฮีเลียมพิจารณาได้ดังนี้

$$m = \frac{P_1V_1}{RT_1} = \frac{(100\,kPa)(0.5\,m^3)}{(2.0769\,kPa \cdot m^3/kg \cdot K)(298\,K)}$$

$$= 0.0808 \ kg$$

อุณหภูมิจากสมการของแก๊สอุดมคติ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

ดังนั้น $T_2 = \frac{P_2}{P_1}\frac{V_2}{V_1}T_1$

$$= 3 \times 3 \times 298 \ K$$

$$= 2682 \ K$$

แทนค่าหาปริมาณความร้อน

$$Q = (0.0808\ kg)\ (3.1156\ kJ/kg\ .\ K)\ (2682\text{-}298\ K) + 200\ kJ$$

$$= 800.1\ kJ$$ ตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับระบบปิด

คำสั่ง ให้เลือกตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อ 1 พลังงานที่เข้าสู่ระบบ - _____ = พลังงานรวมในระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

ก. พลังงานที่ออกจากระบบ

ข. พลังงานที่เข้าระบบ

ค. พลังงานที่เหลือในระบบ

ง. พลังงานที่ใช้ไปในระบบ

ข้อ 2 ข้อความใดกล่าวไว้ถูกต้อง

ก. ความร้อนเกิดขึ้นจากการแตกต่างของอุณหภูมิเท่านั้น

ข. ความร้อนสามารถถ่ายเทไปสู่ที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำได้

ค. ความร้อนสามารถสะสมในระบบ

ง. ณ สภาวะหนึ่งมีการถ่ายเทความร้อนได้

ข้อ 3 กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์สำหรับวัฏจักรข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ผลรวมของพลังงานภายใน = ผลรวมของงาน

ข. ผลรวมของความร้อน = ผลรวมของพลังงานภายใน

ค. ผลรวมของความร้อนทั้งวัฏจักร = ผลรวมของงานทั้งวัฏจักร + ผลรวมของพลังงานภายในทั้งวัฏจักร

ง. ผลรวมของความร้อนทั้งวัฏจักร = ผลรวมของงานทั้งวัฏจักร

ข้อ 4 กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ กล่าวว่า

ก. งานที่กระทำโดยระบบเท่ากับความร้อนที่เปลี่ยนไปโดยระบบ

ข. พลังงานรวมภายในระบบระหว่างขบวนการมีค่าคงที่

ค. พลังงานภายในเอลทาลปีและเอนโทรปี ระหว่างขบวนการมีค่าคงที่

ง. พลังงานไม่มีการสูญหาย

ข้อ 5 พลังงานรวมของระบบประกอบด้วยพลังงานอะไรบ้าง

ก. KE

ข. PE

ค. U

ง. U + KE + PE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 6 งานสูงสุดขณะที่แก๊สขยายตัวในกระบอกสูบที่ไม่มีแรงเสียดทาน ซึ่งเป็นระบบปิดจะเป็นไปได้ในกรณีใด

ก. ความดันคงที่ ข. อุณหภูมิคงที่

ค. ปริมาตรคงที่ ง. เอลโทรปีคงที่

ข้อ 7 ข้อใดไม่ใช่งาน

ก. ป้อนกระแสไฟฟ้าให้แก่ขดลวดความร้อนให้ขดลวดร้อนขึ้น

ข. กวนน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น

ค. รถวิ่งทำให้ยางร้อน

ง. ต้มน้ำให้เดือด

ข้อ 8 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติระบบปิดข้อใดผิด

ก. $\Delta KE = 0$

ข. $\Delta PE = 0$

ค. $W = 0$

ง. $\Delta m = 0$

ข้อ 9 ภายใต้สภาวะใดที่กฎข้อที่หนึ่ง ฯ สำหรับระบบปิดเขียนได้เป็น $Q - W_{other} = H_2 - H_1$

ก. ปริมาตรคงที่

ข. ความดันคงที่

ค. อุณหภูมิคงที่

ง. ความร้อนคงที่

ข้อ 10 ในกระบวนการความดันคงที่ กฎข้อที่หนึ่งสำหรับกระบวนการนี้ คือ

ก. $Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$

ข. $Q - W = \Delta H + \Delta KE + \Delta PE$

ค. $Q + W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$

ง. $Q + W = \Delta v + \Delta KE + \Delta PE$

ข้อ 11 กระบวนการอะเดียเบติก (adiabatic process) คืออะไร

ก. กระบวนการอุณหภูมิคงที่

ข. กระบวนการความดันคงที่

ค. กระบวนการปริมาตรคงที่

ง. กระบวนการที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 12 วัฏจักรประกอบด้วยสองกระบวนการโดยที่กระบวนการแรกถ่ายเทความร้อนสู่ระบบ 30 kJ และระบบให้งานออกมาก 50 kJ ในขณะที่กระบวนการที่สองมีงานเข้าสู่ระบบ 35 kJ ความร้อนที่ออกจากระบบมีค่าเท่าใดจึงจะทำให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน

ก. – 15 kJ

ข. + 15 kJ

ค. – 30 kJ

ง. + 30 kJ

ข้อ 13 วัฏจักรประกอบด้วยสองกระบวนการโดยที่กระบวนการแรกถ่ายเทความร้อนสู่ระบบ 30 kJ และระบบให้งานออกมาก 50 kJ ในขณะที่กระบวนการที่สองมีความร้อนเข้าสู่ระบบ 35 kJ งานที่ออกจากวัฏจักรมีค่าเท่าใด จึงจะทำให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน

ก. 15 KJ

ข. 30 KJ

ค. 35 KJ

ง. 50 KJ

ข้อ 14 กระบวนการที่ครบวงจร (cyclic process) ΔE จะมีค่าเท่าใด

ก. มากกว่า 0

ข. น้อยกว่า 0

ค. เท่ากับ 0

ง. มากกว่าหรือน้อยกว่า 0 ก็ได้

ข้อ 15 กระบวนการเผาไหม้ฟืนภายในเตาเป็นกระบวนการ

ก. สร้างพลังงาน

ข. แปลงพลังงาน

ค. ทำลายพลังงาน

ง. ลดพลังงาน

ข้อ 16 จงเติมค่าในตารางข้างล่างให้เถูกต้อง โดยตารางนี้เป็นกระบวนการต่าง ๆ ของระบบปิดจากสภาวะ 1 ไป 2 (ทุกค่ามีหน่วยเป็น KJ)

Q	W	E_1	E_2	ΔE
18	-6		35	

ก. 11, 24 ค. –11,46

ข. 11,46 ง. 23, 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 17 จงเติมค่าในตารางข้างล่างให้ถูกต้อง โดยตารางนี้เป็นกระบวนการต่าง ๆ ของระบบปิดจากสภาวะ 1 ไป 2 (ทุกค่ามีหน่วยเป็น KJ)

Q	W	E_1	E_2	ΔE
	12	3		32

ก. 20, 11

ข. -44, 35

ค. 35, 44

ง. 44, 35

ข้อ 18 จงเติมค่าในตารางข้างล่างให้ถูกต้อง โดยตารางนี้เป็นกระบวนการต่าง ๆ ของระบบปิดจากสภาวะ 1 ไป 2 (ทุกค่ามีหน่วยเป็น KJ)

Q	W	E_1	E_2	ΔE
25		14		10

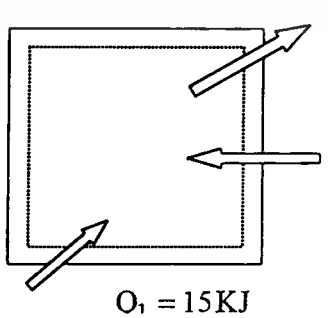
ก. -15, 54

ข. 15, 54

ค 15, 24

ง. –15, 20

ข้อ 19 จากรูป ΔE มีค่าเท่าใด



ก. 24 KJ

ข. 18 KJ

ค. 15 KJ

ง. 12 KJ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 20 ถังปิดใบหนึ่งบรรจุของไหลร้อน ตอนแรกมีพลังงานภายใน 800 KJ ในระหว่างกระบวนการปั่นกวนโดยใบพัด ส่งงานจำนวน 100 KJ ให้กับของไหลและของไหลสูญเสียความร้อนออกสู่ภายนอกจำนวน 500 KJ จงหาพลังงานภายในของของไหลที่สภาวะสุดท้ายมีค่าเท่าใด

ก. 200 KJ

ข. 300 KJ

ค. 400 KJ

ง. 500 KJ

ข้อ 21 ถังปิดใบหนึ่งบรรจุของไหลร้อน ตอนแรกมีพลังงานภายใน 800 KJ ในระหว่างกระบวนการปั่นกวนโดยใบพัด ส่งงานจำนวน 100 KJ ให้กับของไหลและของไหลสูญเสียความร้อนออกสู่ภายนอกจำนวน 500 KJ ความร้อนที่ไหลออกระบบมีค่าเท่าใด

ก. +200 kJ

ข. -300 kJ

ค. +500 kJ

ง. -500 kJ

ข้อ 22 ถังปิดใบหนึ่งบรรจุของไหลร้อน ตอนแรกมีพลังงานภายใน 800 KJ ในระหว่างกระบวนการปั่นกวนโดยใบพัด ส่งงานจำนวน 100 KJ ให้กับของไหลและของไหลสูญเสียความร้อนออกสู่ภายนอกจำนวน 500 KJ งานที่ให้กับระบบมีค่าเท่าใด

ก. +100 KJ

ข. -100 KJ

ค. +500 KJ

ง. -500 KJ

ข้อ 23 อัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากตัวเราสู่สิ่งแวดล้อมมีค่าประมาณ 400 KJ/H สมมติว่าระบบปรับอากาศเสีย ภายในห้องประชุมซึ่งจุได้ 100 คน พลังงานภายในของอากาศในห้องประชุมเพิ่มขึ้นเท่าใดในช่วง 10 นาทีแรก หลังจากระบบปรับอากาศเสีย

ก. 4 MJ

ข. 6.67 MJ

ค. 66.67 MJ

ง. 111.11 MJ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 24 อุปกรณ์ประกอบด้วยกระบอกสูบและลูกสูบ ตอนแรกกระบอกสูบบรรจุด้วยอากาศปริมาตร 0.4 m^3 ที่ 100 kPa และ 80^{0}C อากาศถูกอัดตัวจนมีปริมาตร 0.1 m^3 ภายใต้อุณหภูมิคงที่ งานที่ให้กับอากาศในกระบวนดังกล่าวมีค่าเท่าใด

ก. – 55.45 KJ

ข. + 55.45 KJ

ค. – 100.2 KJ

ง. + 100.2 KJ

ข้อ 25 ก๊าซชนิดหนึ่งตอนแรกมีความดัน 200 kPa บรรจุในกระบอกสูบมีปริมาตร 0.05 m^3 ตำแหน่งนี้ลูกสูบสัมผัสกับสปริงแบบ linear พอดี (ยังไม่มีแรงกระทำต่อสปริง) โดยสปริงดังกล่าวมีค่า Spring Constant 150 KN/m ต่อมามีการถ่ายเทความร้อนให้กับก๊าซทำให้ลูกสูบขยับตัวขึ้นไปกดสปริง จนกระทั่งปริมาตรภายในกลายเป็น 2 เท่า ถ้าลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.25 m^2ปริมาตรของก๊าซที่สภาวะสุดท้ายมีค่าเท่าใด

ก. 0.1 m^2 ข. 0.2 m^2

ค. 0.3 m^2 ง. 0.4 m^2

ข้อ 26 ก๊าซชนิดหนึ่งตอนแรกมีความดัน 200 kPa บรรจุในกระบอกสูบมีปริมาตร 0.05 m^3 ตำแหน่งนี้ลูกสูบสัมผัสกับสปริงแบบ linear พอดี (ยังไม่มีแรงกระทำต่อสปริง) โดยสปริงดังกล่าวมีค่า Spring Constant 150 KN/m ต่อมามีการถ่ายเทความร้อนให้กับก๊าซทำให้ลูกสูบขยับตัวขึ้นไปกดสปริง จนกระทั่งปริมาตรภายในกลายเป็น 2 เท่า ถ้าลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.25 m^2 แรงที่กระทำโดยสปริงที่สภาวะสุดท้ายมีค่าเท่าใด

ก. 10 KN

ข. 20 KN

ค. 30 KN

ง. 40 KN

ข้อ 27 ก๊าซชนิดหนึ่งตอนแรกมีความดัน 200 kPa บรรจุในกระบอกสูบมีปริมาตร 0.05 m^3 ตำแหน่งนี้ลูกสูบสัมผัสกับสปริงแบบ linear พอดี (ยังไม่มีแรงกระทำต่อสปริง) โดยสปริงดังกล่าวมีค่า Spring Constant 150 KN/m ต่อมามีการถ่ายเทความร้อนให้กับก๊าซทำให้ลูกสูบขยับตัวขึ้นไปกดสปริง จนกระทั่งปริมาตรภายในกลายเป็น 2 เท่า ถ้าลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.25 m^2 ระยะทางที่สปริงหดตัวมีค่าเท่าใด

ก. 0.1 m

ข. 0.2 m

ค. 0.3 m

ง. 0.4 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 28 ก๊าซชนิดหนึ่งตอนแรกมีความดัน 200 kPa บรรจุในกระบอกสูบมีปริมาตร 0.05 m^3 ตำแหน่งนี้ลูกสูบสัมผัสกับสปริงแบบ linear พอดี (ยังไม่มีแรงกระทำต่อสปริง) โดยสปริงดังกล่าวมีค่า Spring Constant 150-KN/m ต่อมามีการถ่ายเทความร้อนให้กับก๊าซทำให้ลูกสูบขยับตัวขึ้นไปกดสปริง จนกระทั่งปริมาตรภายในกลายเป็น 2 เท่า ถ้าลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.25 m^2 ความดันของก๊าซที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการกดของสปริง ณ สภาวะสุดท้ายมีค่าเท่าใด

ก. 100 kPa

ข. 110 kPa

ค. 120 kPa

ง. 130 kPa

ข้อ 29 ก๊าซชนิดหนึ่งตอนแรกมีความดัน 200 kPa บรรจุในกระบอกสูบมีปริมาตร 0.05 m^3 ตำแหน่งนี้ลูกสูบสัมผัสกับสปริงแบบ linear พอดี (ยังไม่มีแรงกระทำต่อสปริง) โดยสปริงดังกล่าวมีค่า Spring Constant 150 KN/m ต่อมามีการถ่ายเทความร้อนให้กับก๊าซทำให้ลูกสูบขยับตัวขึ้นไปกดสปริง จนกระทั่งปริมาตรภายในกลายเป็น 2 เท่า ถ้าลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.25 m^2 ถ้ามีสปริงความดันของก๊าซจะเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใด

ก. 100 kPa

ข. 150 kPa

ค. 200 kPa

ง. 320 kPa

ข้อ 30 ก๊าซชนิดหนึ่งตอนแรกมีความดัน 200 kPa บรรจุในกระบอกสูบมีปริมาตร 0.05 m^3 ตำแหน่งนี้ลูกสูบสัมผัสกับสปริงแบบ linear พอดี (ยังไม่มีแรงกระทำต่อสปริง) โดยสปริงดังกล่าวมีค่า Spring Constant 150 KN/m ต่อมามีการถ่ายเทความร้อนให้กับก๊าซทำให้ลูกสูบขยับตัวขึ้นไปกดสปริง จนกระทั่งปริมาตรภายในกลายเป็น 2 เท่า ถ้าลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.25 m^2 ถ้าไม่มีสปริงความดันของก๊าซจะมีค่าเท่าใด

ก. 100 kPa

ข. 150 kPa

ค. 200 kPa

ง. 320 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเฉลยแบบทดสอบวิชาเทอร์โมไดนามิคส์ 1

เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด

ข้อที่	เฉลย
1	ก
2	ก
3	ง
4	ง
5	ง
6	ก
7	ง
8	ค
9	ข
10	ข
11	ง
12	ก
13	ก
14	ค
15	ข
16	ก
17	ง
18	ค
19	ข
20	ค
21	ง
22	ข
23	ข
24	ก
25	ก
26	ค
27	ข
28	ค
29	ง
30	ค

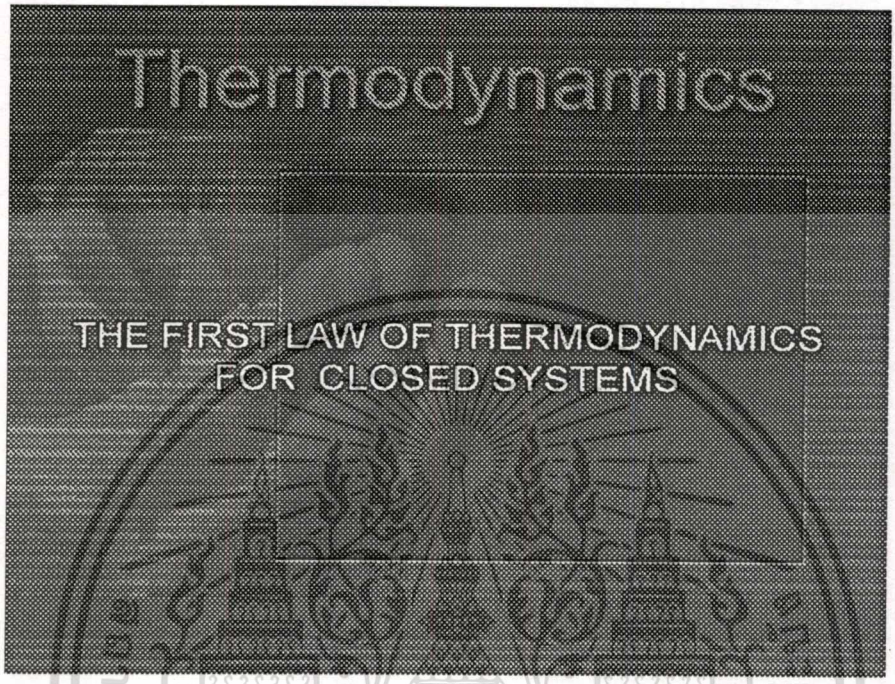
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

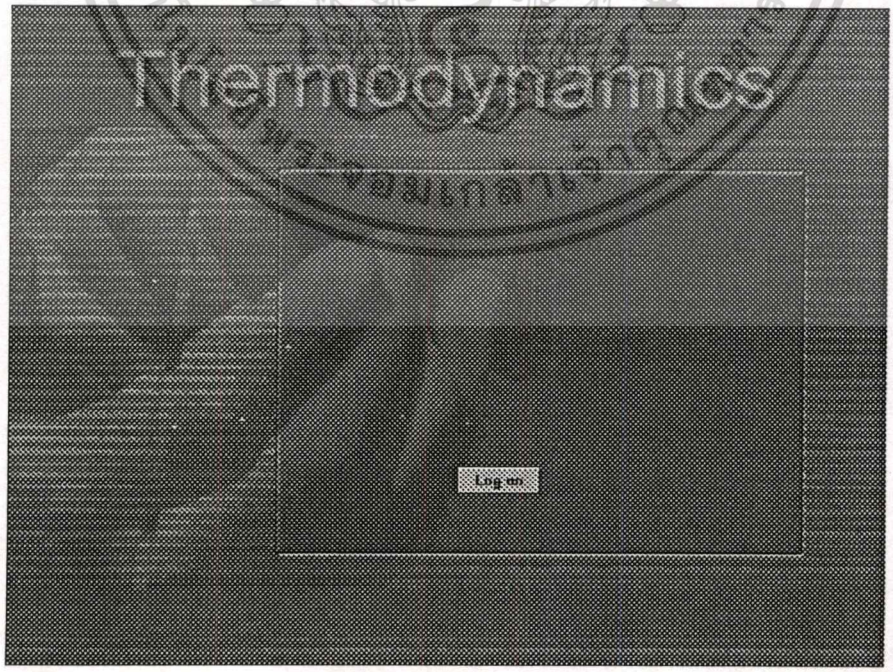
ภาคผนวก ช.
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

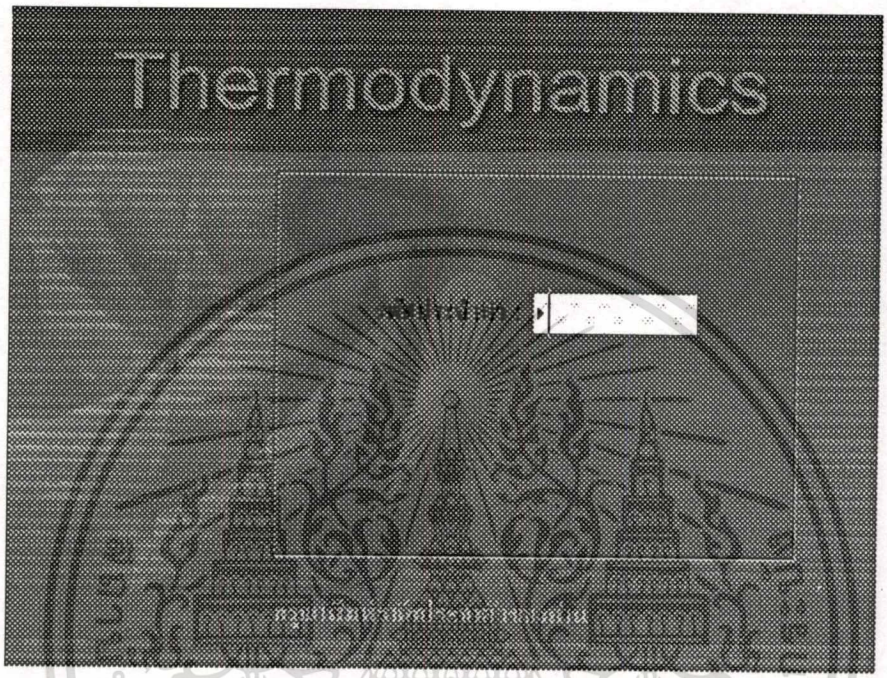
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิคส์ สำหรับระบบปิด

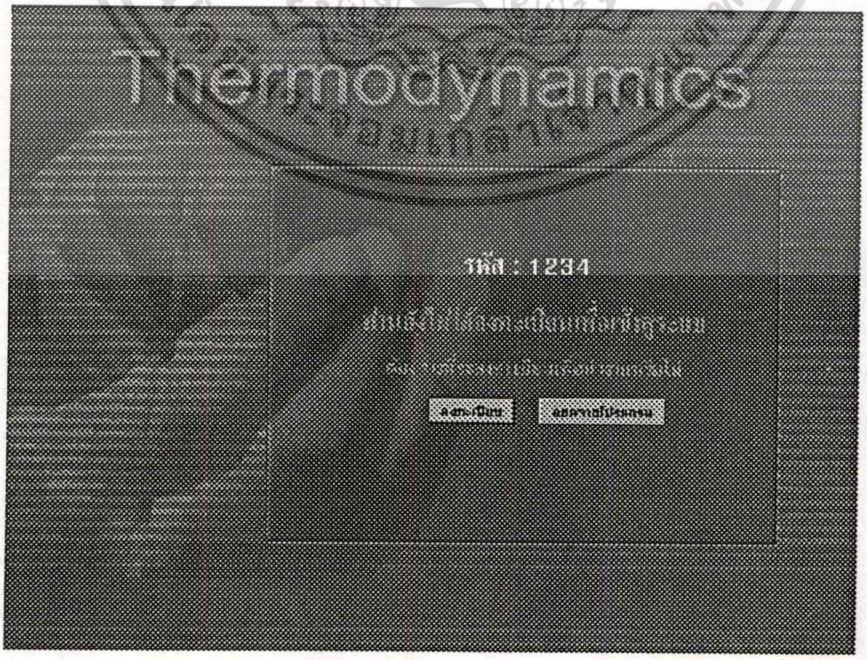
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



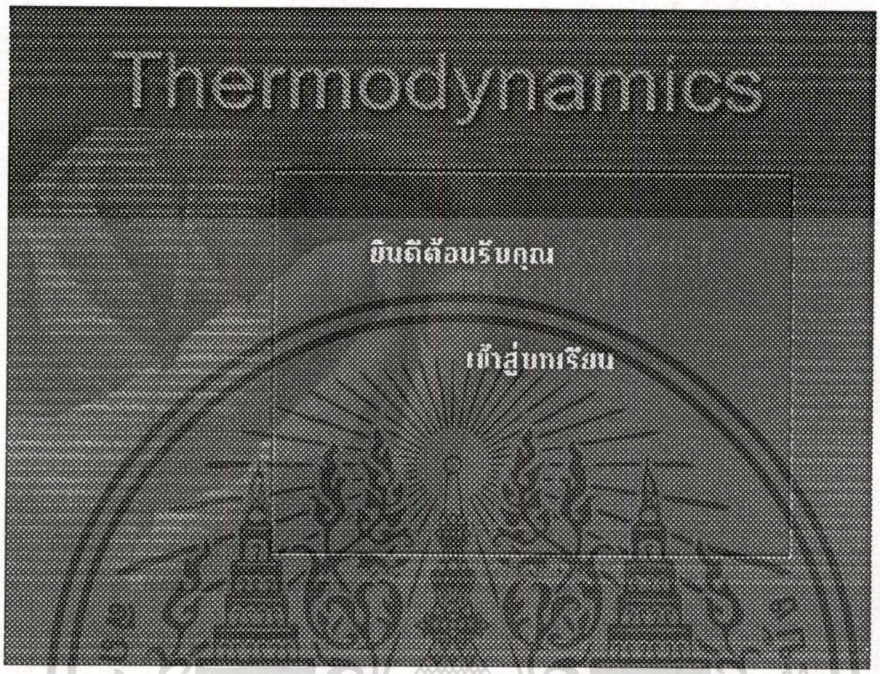


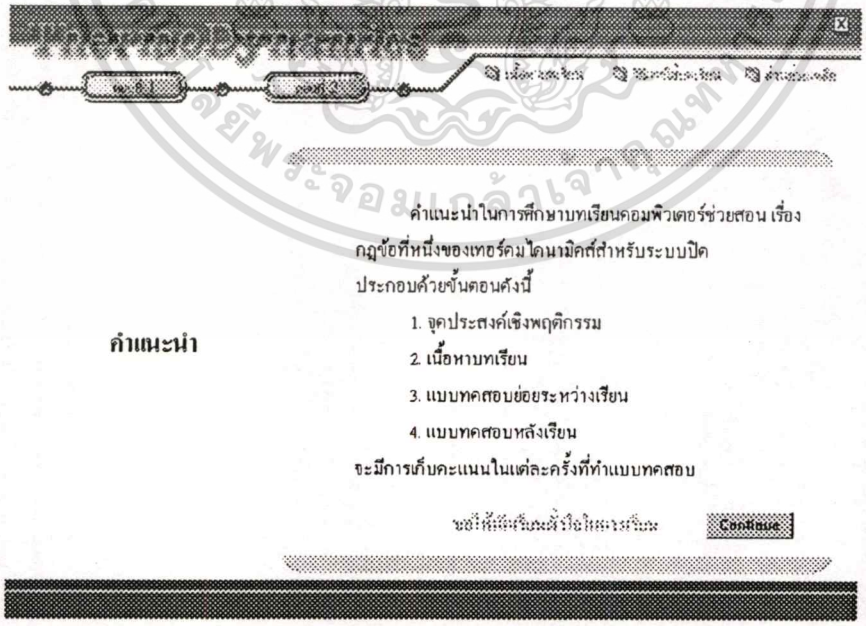
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



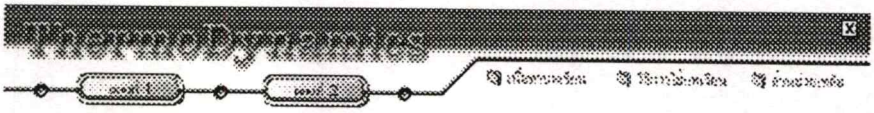


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

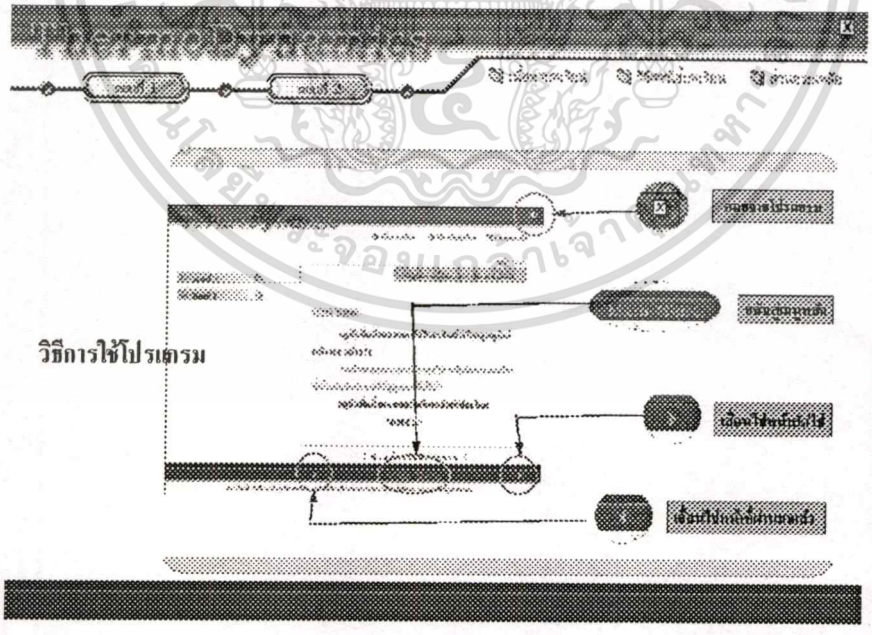




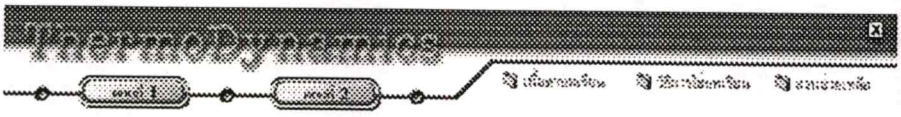
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ความหมายของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับระบบปิด
3. รูปแบบอื่นๆของคำถามที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์
4. แบบทดสอบระหว่างเรียน ตอนที่ 1
5. การแก้ปัญหาโจทย์ลักษณะที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์
6. ตัวอย่างปัญหาโจทย์
7. แบบทดสอบระหว่างเรียนตอนที่2
8. แบบทดสอบหลังเรียน

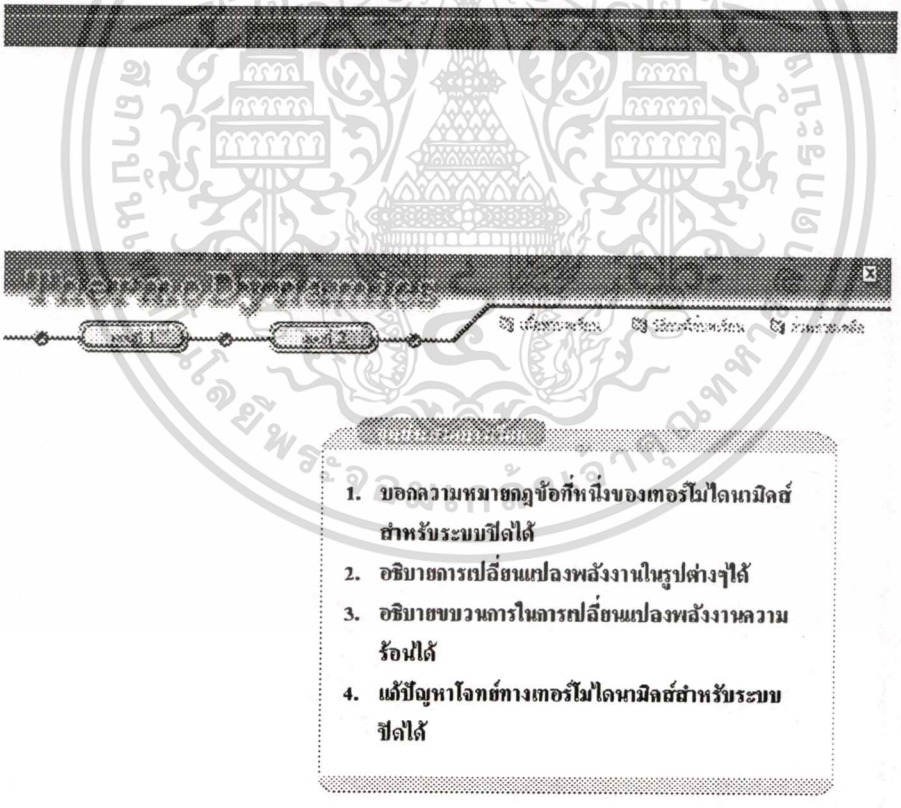


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

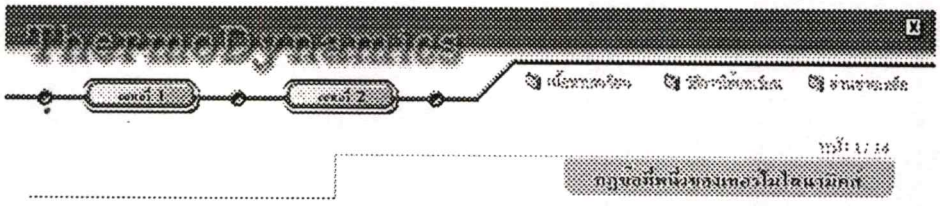


คำสั่งบนเปิดหน้าต่าง

1. ออกจากโปรแกรมในกรณีที่โปรแกรมไม่ทำงาน Alt + F4
2. ให้ใส่แผ่นดิสก่อนการใช้งานทุกครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



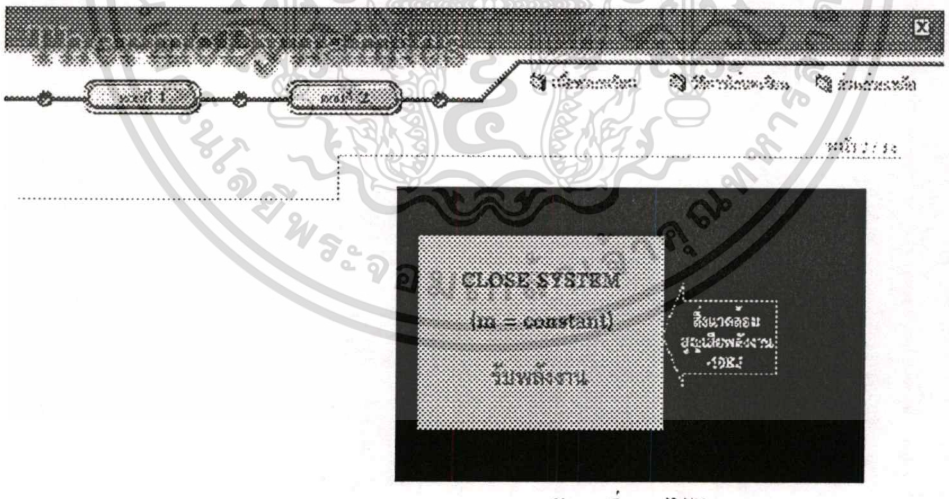
ความหมาย

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ หรือกฎอนุรักษ์พลังงานกล่าวว่า

"พลังงานความร้อนไม่สามารถถูกสร้างขึ้นใหม่หรือทำลายให้สูญหายไปได้"

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ชื่อนโดย

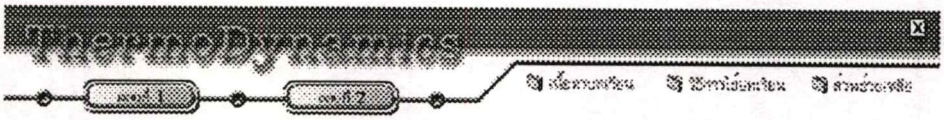
"JOULE"



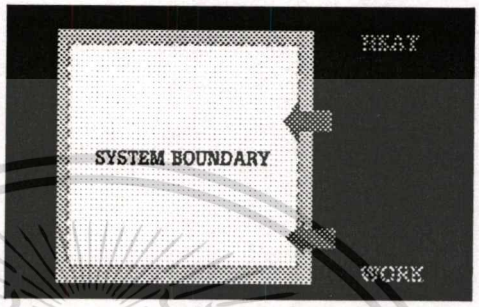
พลังงานที่ระบบได้รับ

ปริมาณพลังงานที่ระบบได้รับ 10 kj. เท่ากับ สิ่งแวดล้อมจะสูญเสียพลังงาน 10 kj.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ระบบปิดหลังงานที่สามารถถ่ายโอนผ่านขอบเขตได้มี 2 รูป คือ
ความร้อน (Heat) และ งาน (Work)



พลังงานที่ถ่ายโอนผ่านขอบเขตระบบปิด

รูปแบบอื่นๆ ของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ ของเทอร์โมไดนามิกส์

รูปแบบอื่นๆของกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ เขียนได้หลายรูปแบบ คือ

1. รูปแบบต่อหน่วยมวลสาร

$$q - w = \Delta e$$ หน่วยเป็น KJ / KG

2. รูปแบบอัตรา

$$\dot{Q} - \dot{W} = \frac{dE}{dt}$$ หน่วยเป็น KW

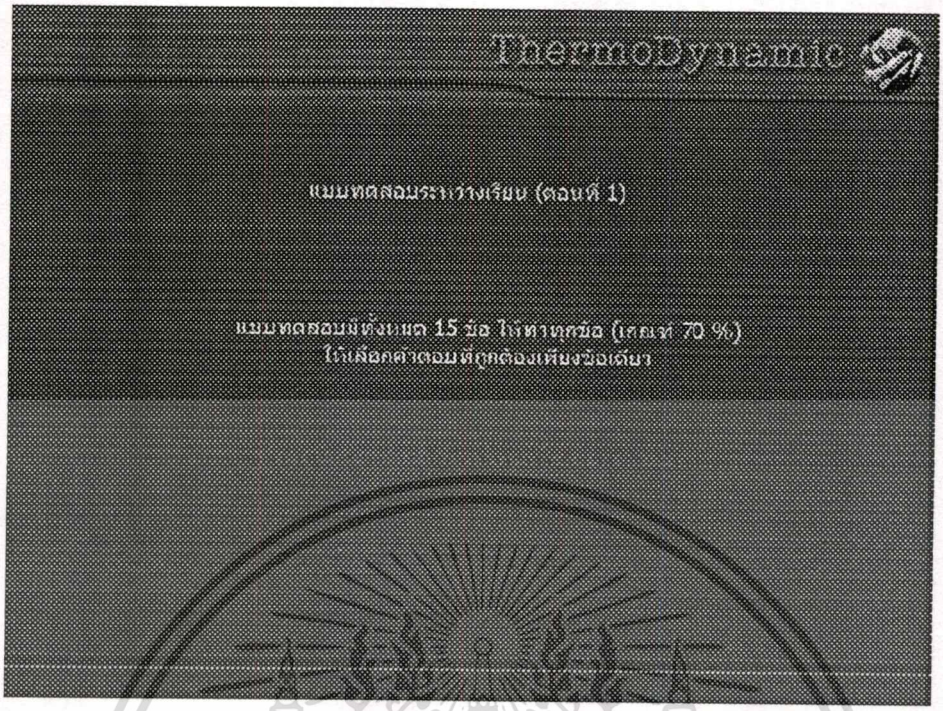
3. รูป differential form สำหรับอ่ายเทพลังงานจำนวนน้อยๆ

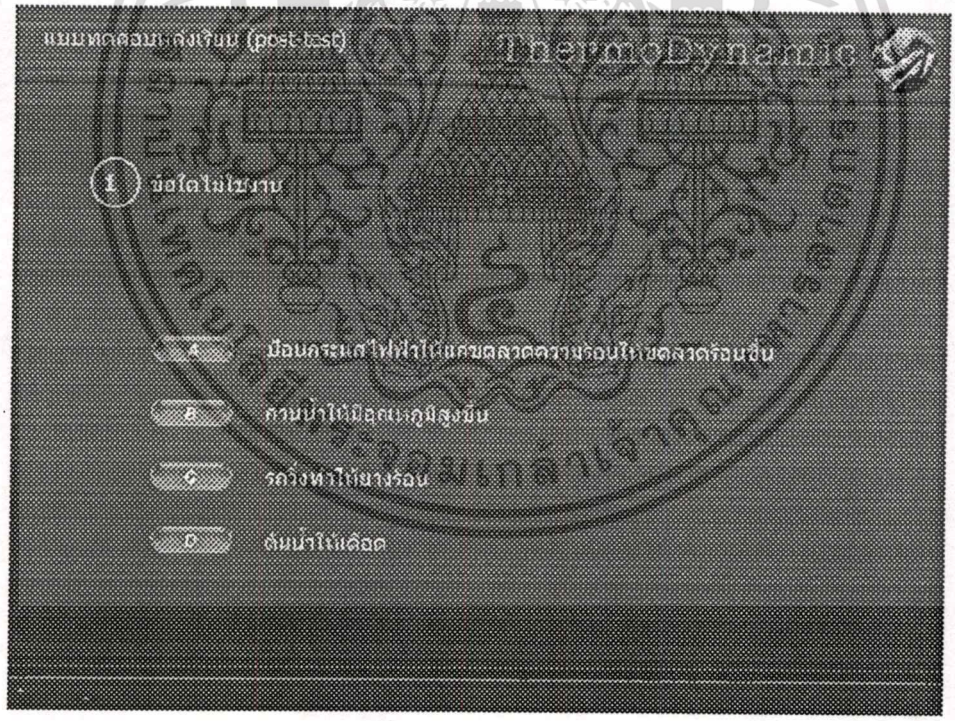
$$\delta Q - \delta W = dE$$ หน่วยเป็น KJ

หรือ

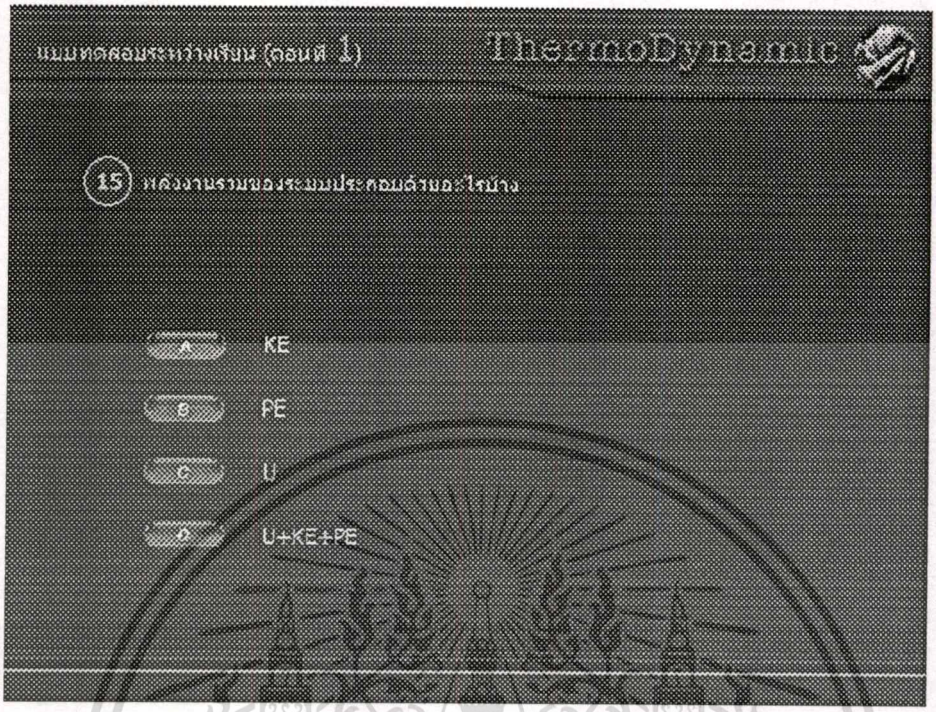
$$\delta q - \delta w = de$$ หน่วยเป็น KJ / KG

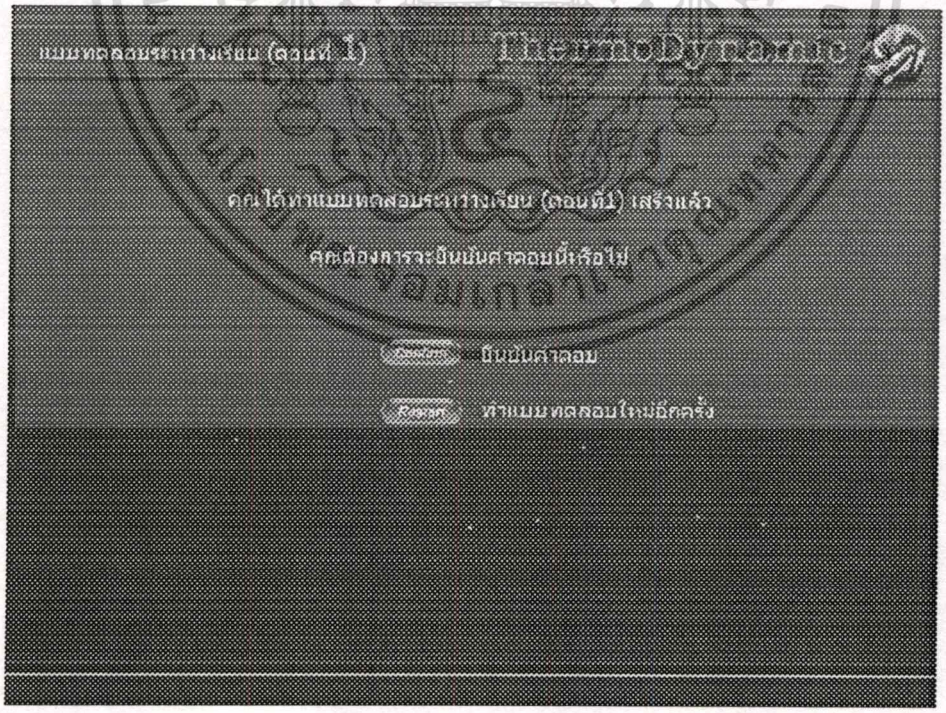
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



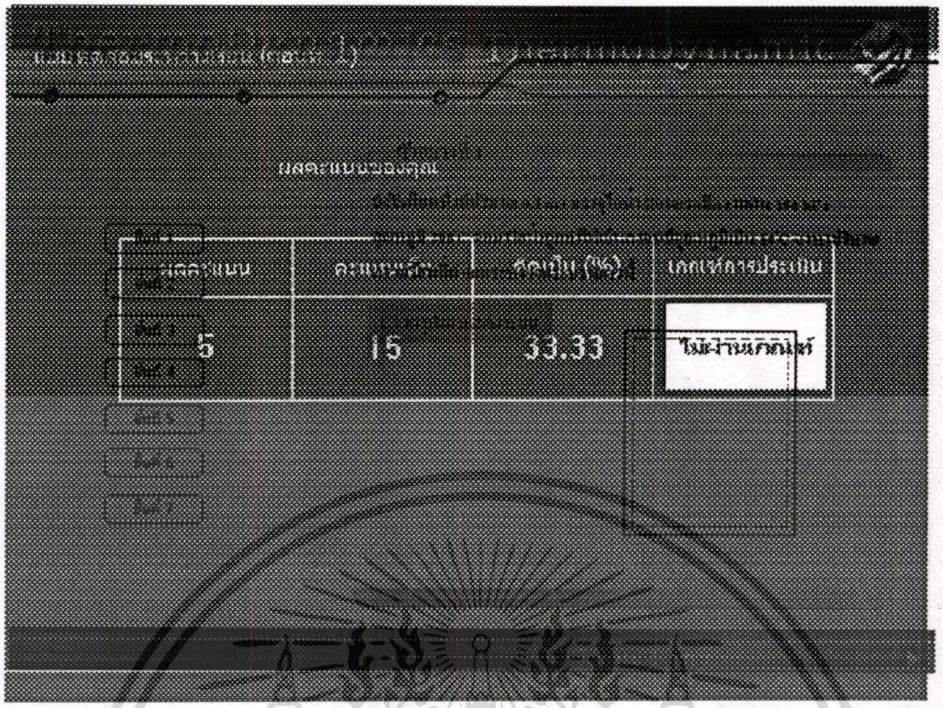


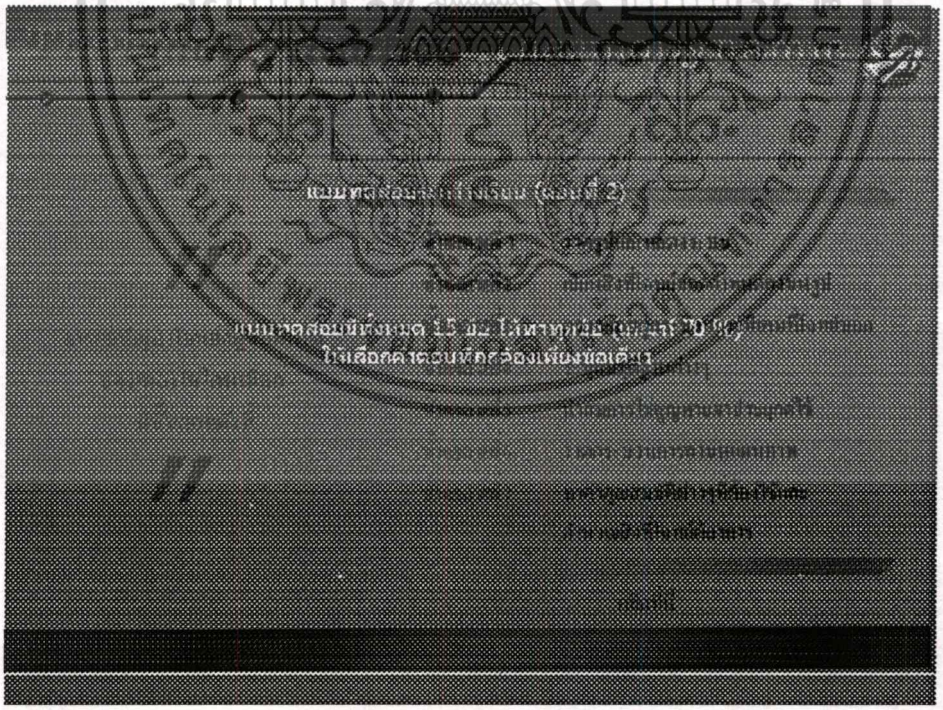
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



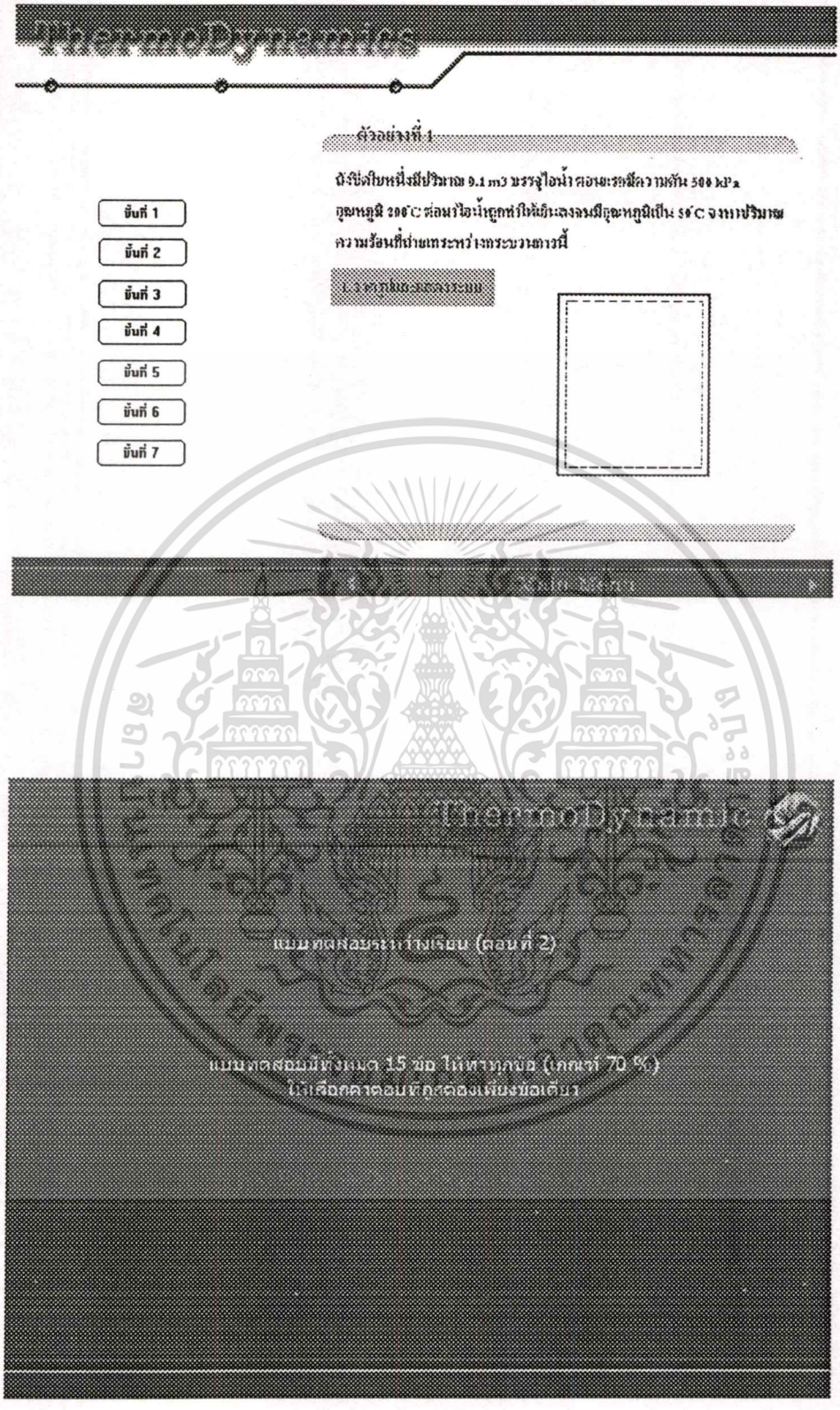


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

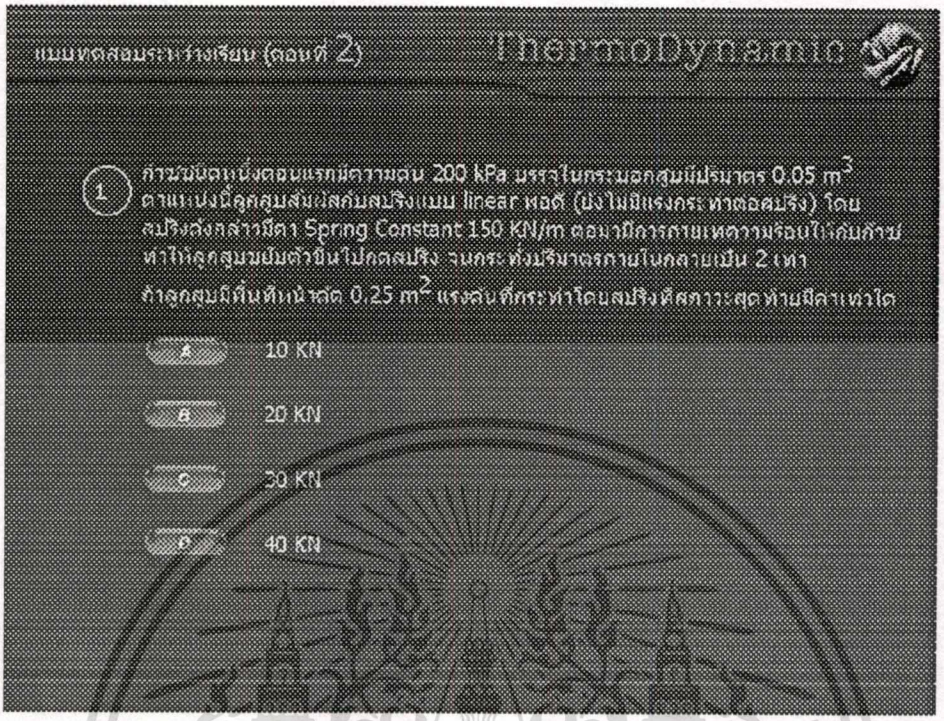


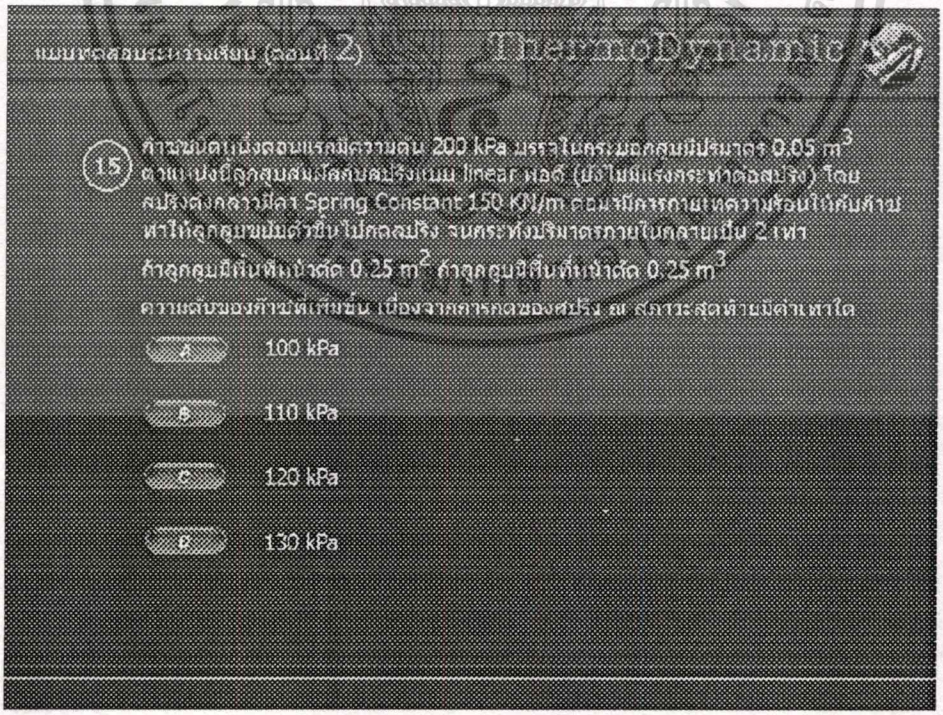


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

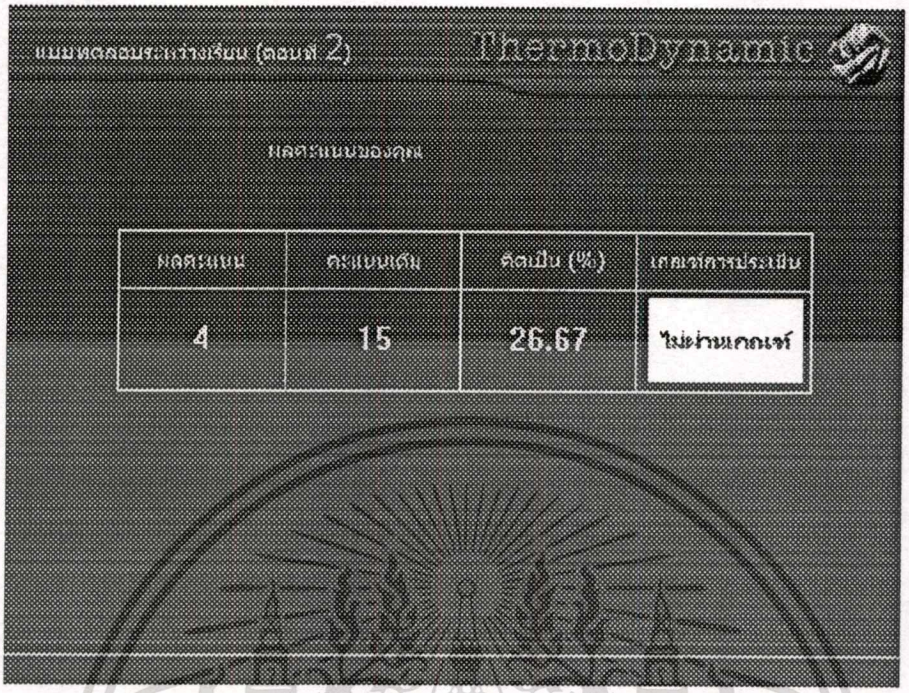


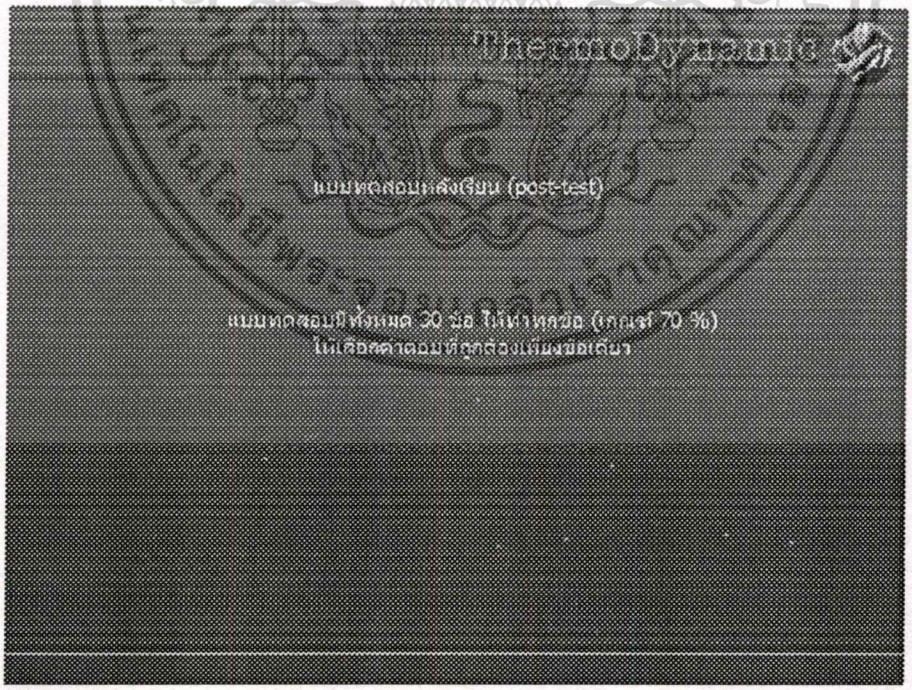
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



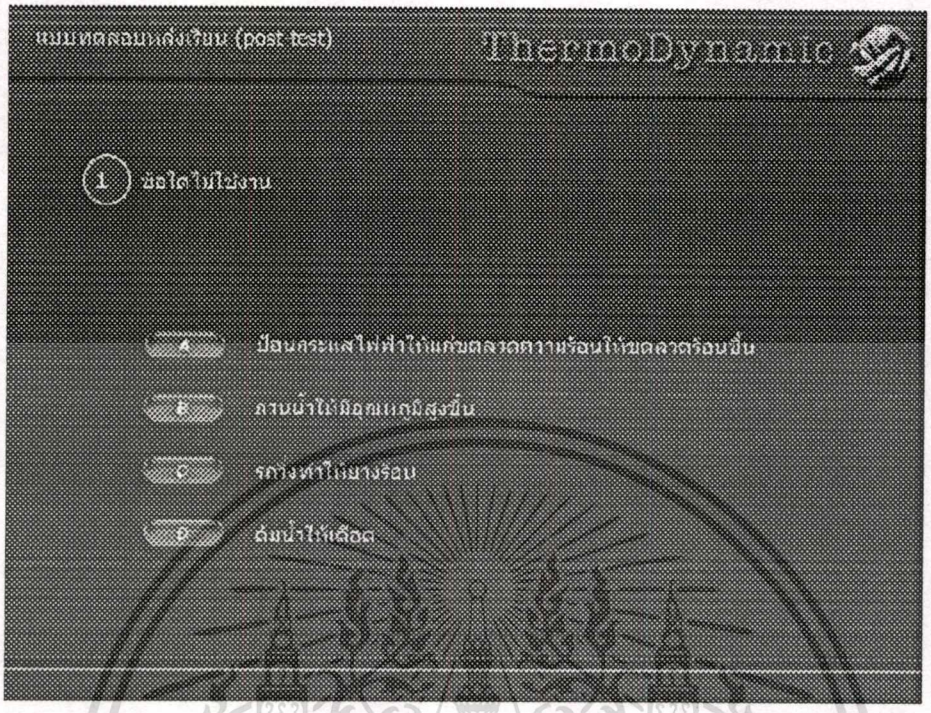


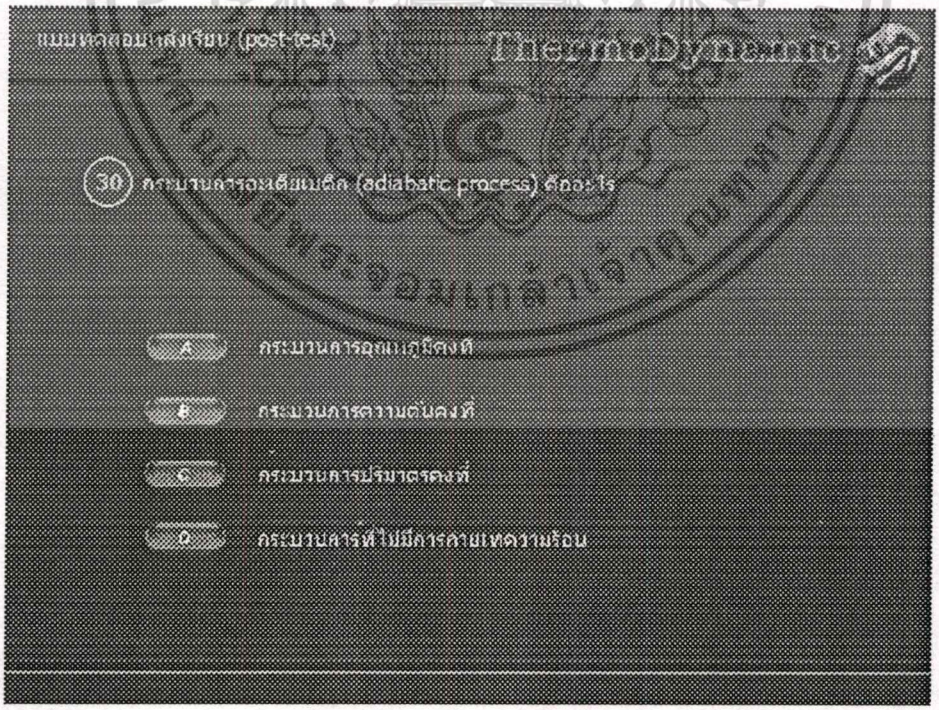
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



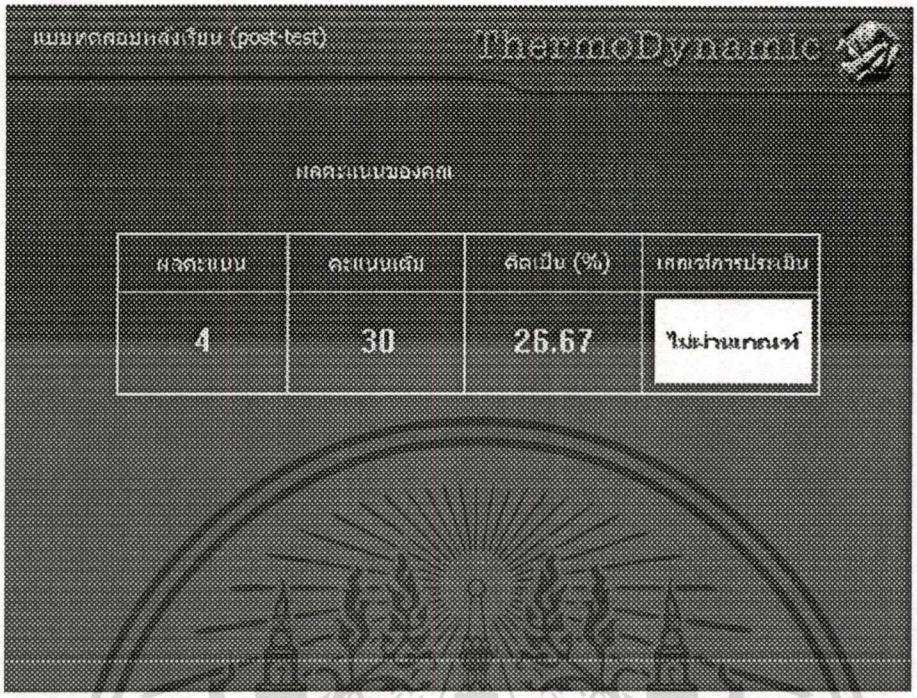


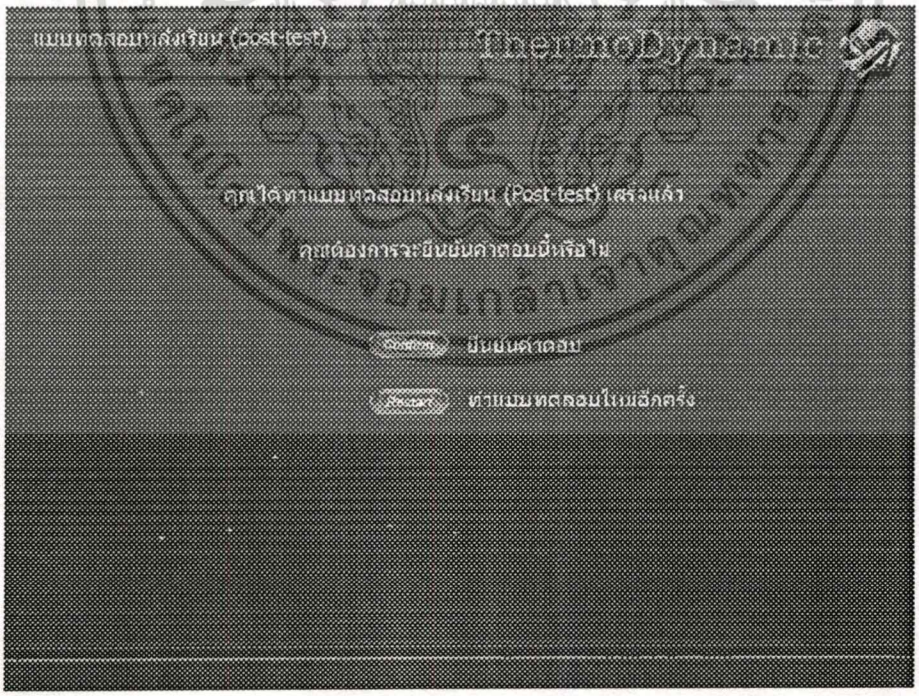
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



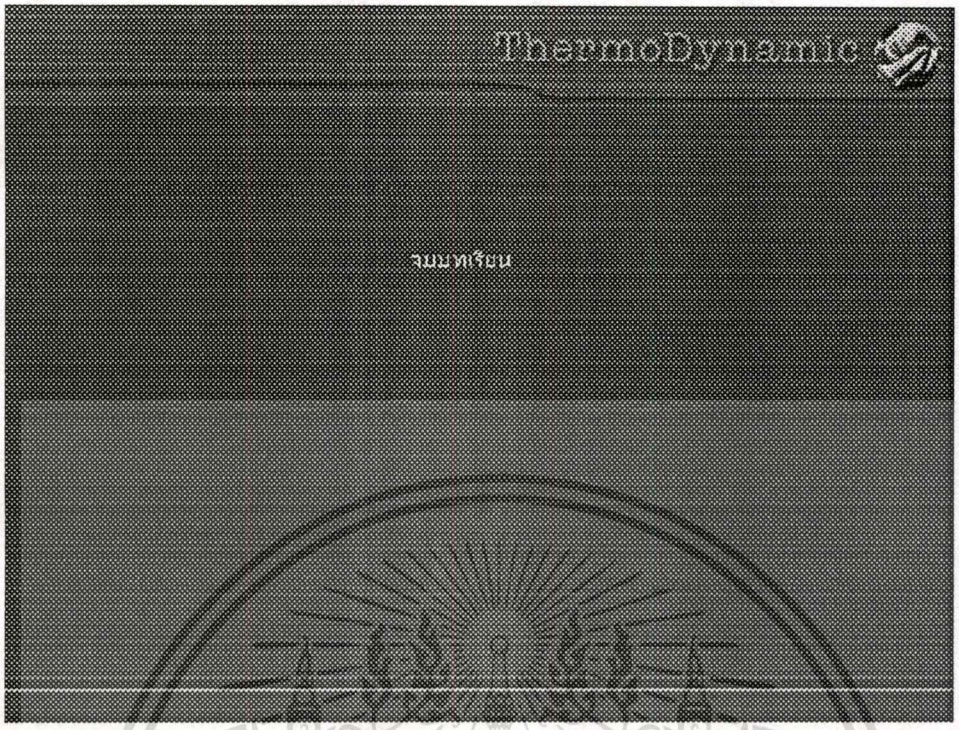


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นาวาโท ก้องเกียรติ ลึกนุช
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤศจิกายน 2502
สถานที่เกิด	กิ่งอำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 16 หมู่ 2 ตำบลศรีษจรเข้ใหญ่ กิ่งอำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ 10540
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนนายเรือ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ
ตำแหน่ง	อาจารย์ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2529 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (เครื่องกล) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปีการศึกษา 2541 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการงานวิศวกรรม) จากมหาวิทยาลัยสยาม ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวะและเทคนิคศึกษา จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้