

สื่อประสมวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น



นาย กษิต ตันติราษฎร์

นาย ฌภัทร เหลืองโรจนกุล

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....

ปีการศึกษา 2541

เลขทะเบียน..... 36702

วัน, เดือน, ปี 23 ต.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Introductory Thermodynamics Multimedia

Mr. Kasidit Tantirasdr

Mr. Naphatr Leongrojanagul

**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirement For the Degree of Bachelor of Science
Department of Applied Physics
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**

1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ

โดย

ภาควิชา

อาจารย์ที่ปรึกษา

สื่อประสมวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น

นาย กษิต ตันติราษฎร์

นาย ณภัทร เหลืองโรจนกุล

ฟิสิกส์ประยุกต์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญ เตชิตธีระ

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้นับโครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
(รองศาสตราจารย์ สุรพล รักวิชัย)

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะกรรมการ โครงการพิเศษ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญ เตชิตธีระ)

ประธานกรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วราวุฒิ เถาะัดดา)

กรรมการ

.....
(อาจารย์ ดร. รัชภาคย์ จิตอารีย์)

กรรมการ

.....
(อาจารย์ วิษณุ เพชรภา)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

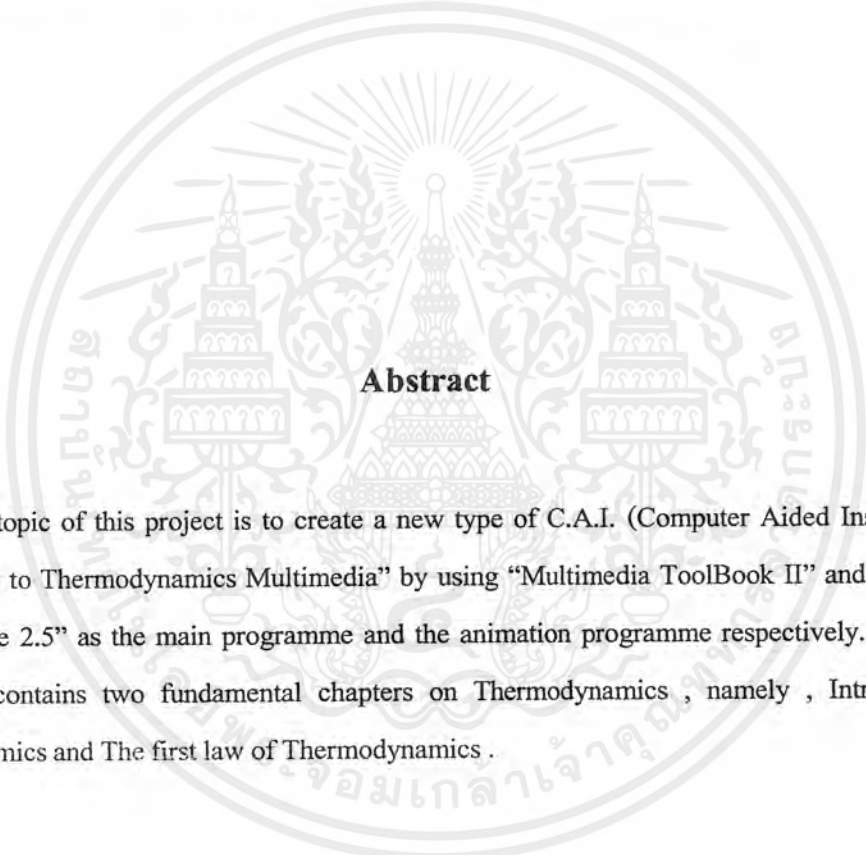
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ : สื่อประสมวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น
นักศึกษาผู้รับผิดชอบโครงการ : นาย กษิตัส ดันติราษฎร์
นาย ณภัทร เหลืองโรจนกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ : ผศ. วิชาญ เตชะธีระ
ภาควิชา : ฟิสิกส์ประยุกต์
ปีการศึกษา : 2541

บทคัดย่อ

งานชิ้นนี้เป็นการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนการสอนในวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้นในรูปแบบใหม่ โดยใช้โปรแกรม “มัลติมีเดียทูลบุ๊ก” (Multimedia ToolBok II) ในการพัฒนาและใช้โปรแกรม “ทรีดี สตูดิโอแมกซ์ เวอร์ชัน 2.5” (3D Studio MAX Release 2.5) ในการผลิตสื่อเคลื่อนไหว 3 มิติ เพื่อใช้ขยายความในส่วนของเนื้อหาให้มีความน่าสนใจและง่ายต่อการทำความเข้าใจมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการนำเอาเนื้อหาบางส่วนที่เคยเป็นได้แค่เพียงจินตนาการ มาทำให้กลายเป็นภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ที่สามารถมองเห็นและเข้าใจได้ง่าย

Special Project Title : **Introductory to Thermodynamics Multimedia**
Name : **Mr. Kasidit Tantirasdr**
 Mr. Naphatr Leongrojanagul
Special Project Advisor : **Asst. Prof. Wicharn Techitdheera**
Department : **Applied Physics**
Academic Year : **1998**



Abstract

The topic of this project is to create a new type of C.A.I. (Computer Aided Instruction) in “Introductory to Thermodynamics Multimedia” by using “Multimedia ToolBook II” and “3D Studio MAX Release 2.5” as the main programme and the animation programme respectively. This C.A.I. programme contains two fundamental chapters on Thermodynamics , namely , Introduction to Thermodynamics and The first law of Thermodynamics .

กิตติกรรมประกาศ

ระหว่างการทำงานชิ้นนี้ได้มีอุปสรรคมากมายที่ผ่านเข้ามาให้เราทั้งคู่ได้ขบคิดและแก้ไข ซึ่งคงจะไม่มีผลงานชิ้นนี้ออกมาให้ได้เห็นเป็นตัวเป็นตนอย่างแน่นอนหากปราศจากผู้มีพระคุณทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ

กราบขอบพระคุณ

บิดา ~ มารดา ที่มอบชีวิตและบันดาสงีตดีๆ สิ่งทุกอย่างให้ผ่านเข้ามาในชีวิต รวมถึงพระคุณที่ไม่มีวันทดแทนได้หมด

อาจารย์วิชาญ ที่ทำให้เราได้สัมผัสถึงความเป็นอาจารย์ในอุดมคติของพวกเขา สำหรับคำแนะนำและความไว้วางใจที่อาจารย์มีให้กับพวกเรา

อาจารย์รัชภักย์ สำหรับคำแนะนำและความคิดดีๆ ที่อาจารย์มอบให้อย่างจริงใจ

อาจารย์เชษฐโชค ที่ถ่ายทอดประสบการณ์ในการใช้ Multimedia ToolBook

คณาจารย์ในภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ทุกท่าน ที่คอยอบรมสั่งสอนจนพวกเรามีวันนี้

ขอขอบคุณอย่างยิ่ง

ทุกคนในครอบครัว “ตันติราษฎร์” และ “เหลื่องโรจนกุล” ที่คอยเป็นกำลังใจจนงานสำเร็จ ลุล่วงลงด้วยดี

พี่น้องและพี่เดี่ยว ที่คอยให้คำปรึกษาและความคิดใหม่ๆ ในการทำคอมพิวเตอร์กราฟฟิกในงานชิ้นนี้

คุณแมวพิช สำหรับกำลังใจที่มีให้ โดยเธอไม่รู้ตัว และทุกๆ ท่านที่ผ่านเข้ามาในชีวิตตลอดสี่ปีในสถาบันแห่งนี้....

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	-ก-
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	-ข-
กิตติกรรมประกาศ	-ค-
สารบัญรูป	-ง-
สารบัญตาราง	-จ-

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ขั้นตอนการทำงาน	2

บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้นของความร้อนและอุณหพลศาสตร์

2.1 ความร้อนอุณหภูมิตฤษฎีของก๊าซ	3
2.1.1 หน่วยที่ใช้	3
2.1.2 การขยายตัวของสาร	5
2.1.3 ความจุความร้อนและความจุความร้อนจำเพาะ	6
2.1.4 การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร	6
2.1.5 การถ่ายโอนความร้อน	7
2.1.6 กฎของก๊าซ	9
2.1.7 ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ	11
2.2 อุณหพลศาสตร์	14
2.2.1 แนวคิดพื้นฐาน	14
2.2.2 กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์	17
2.2.3 กระบวนการต่างๆในทางอุณหพลศาสตร์	18
2.2.4 วัฏจักรคาร์โนต์	21
2.2.5 กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การใช้โปรแกรม Multimedia ToolBook II	
3.1 เบื้องต้นของ Multimedia ToolBook II	25
3.2 ลำดับชั้นของออบเจกต์	25
3.3 หน้าต่างๆของ ToolBook II	27
3.4 แถบเครื่องมือ	28
3.5 ชุดเครื่องมือ	29
3.6 ระบบเมนูของ ToolBook II	30
3.7 แถบสถานะ	30
3.8 การเปรียบเทียบความสามารถ ToolBook II กับ software อื่นๆ	31
3.9 ความต้องการของระบบที่ใช้ ToolBook II	32
3.10 การจัดการวีดิโอกราฟฟิกและเสียง	32
3.11 ลักษณะที่ช่วยให้พัฒนาแอปพลิเคชันได้เร็วขึ้น	32
3.12 ใช้คอนโทรลวิซวลเบสิก,DDE,OLE และ DLL สร้างแอปพลิเคชัน	33
3.13 ใช้ภาษา Openscript	33
3.14 ใช้ไฮเปอร์เท็กซ์และดาต้าเบสได้ภายใต้แอปพลิเคชัน	33
3.15 Course Management System (CMS)	34
3.16 Widget เป็นอุปกรณ์สำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์หลักสูตร	34
3.17 ความสามารถที่เพิ่มขึ้นของ ToolBook II จากเวอร์ชันเก่า	35
3.18 Tool อื่นๆของ ToolBook II	35
3.19 การจัดภาพใน ToolBook	36
3.19.1 Picture	37
3.19.1.1 การกำหนดคุณสมบัติของ Picture	37
3.19.2 Paint Object	38
3.19.3 การกำหนดคุณสมบัติ Paint Object	38
3.20 การสร้าง Clip	39
3.21 Resource Bitmap	42
3.22 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง Clip Image กับ Resource Image	43

บทที่ 4 การใช้งานโปรแกรม 3D STUDIO MAX 2.5

4.1 วัตถุ 3 มิติ	45
4.1.1 หลักการอ้างอิงตำแหน่งวัตถุ	45
4.1.2 ขนาดของวัตถุ	45
4.2 ทำความเข้าใจกับส่วนประกอบของวัตถุ 3 มิติ	46
4.3 องค์ประกอบของวัตถุ 3 มิติใน 3D STUDIO MAX	47
4.3.1 องค์ประกอบของพื้นผิวประกอบวัตถุ	47
4.4 ความสามารถโดยรวมของ 3D STUDIO MAX	48
4.4.1 หน้าจอหลักของ 3D STUDIO MAX	48
4.4.2 ส่วน Command Panel	48
4.4.3 จอภาพย่อยแสดงการทำงาน 3D STUDIO MAX (Viewport)	50
4.4.4 จอภาพย่อยที่กำลังทำงาน (Active Viewport)	51
4.4.4.1 มุมมองของจอภาพย่อย	51
4.4.5 คำสั่งปุ่มควบคุมต่างๆ	52
4.5 วัตถุ 3 มิติรูปทรงพื้นฐาน	54
4.5.1 Standard Primitives กลุ่มคำสั่งสร้างวัตถุ 3 มิติรูปทรงพื้นฐาน	54
4.6 การปรับปรุงแก้ไขวัตถุในลักษณะต่างๆ	57
4.7 การกำหนดคีย์อื่น ๆ ที่มีผลต่อวัตถุ	64
4.7.1 การกำหนดแสงใน 3D STUDIO MAX	64
4.7.2 พื้นผิววัตถุ	66

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 โครงการพิเศษสื่อประกอบการสอนวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น	69
5.2 สรุปผลและการใช้งาน	69
5.3 ปัญหาและการแก้ไข	70
5.4 แนวทางการพัฒนางาน	70

ภาคผนวก ก ภาพหน้าจอของโครงการ
ภาคผนวก ข ตัวอย่างภาพนิ่งแสดงสื่อประกอบเนื้อหา
เอกสารอ้างอิง
ประวัติผู้เขียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	ก๊าซทุกชนิดเมื่อต่อกราฟลงไปจะตัดแกน (ปริมาตรเป็นศูนย์) ที่อุณหภูมิ -273 องศาเซลเซียส (เมื่อความดันคงที่)	4
รูปที่ 2.2	แสดงค่าความเข้มของพลังงานกับค่าความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปล่งออกมาจากวัตถุที่มีอุณหภูมิ T	8
รูปที่ 2.3	ทรงกระบอกบรรจุก๊าซอุดมคติ ซึ่งพิจารณาที่อุณหภูมิคงที่	9
รูปที่ 2.4	แสดงกลุ่มของอนุภาคก๊าซที่วิ่งเข้าชนผนังของกล่อง	12
รูปที่ 2.5	แสดงเหตุการณ์จำลองของกระบวนการผันกลับได้	15
รูปที่ 2.6	แสดงเหตุการณ์ จำลองของกระบวนการผันกลับไม่ได้	16
รูปที่ 2.7	(ก) ไดอะแกรม ความดัน-ปริมาตรของกระบวนการผันกลับได้ (ข) ไดอะแกรม ความดัน-ปริมาตรของกระบวนการผันกลับไม่ได้	16 16
รูปที่ 2.8	กระบอกสูบบรรจุก๊าซอุดมคติที่มักใช้เป็นแบบจำลองในการศึกษาอุณหพลศาสตร์	17
รูปที่ 2.9	ไดอะแกรม ความดัน-ปริมาตรของวัฏจักรคาร์โนต์	21
รูปที่ 3.1	แสดงการทำงานของโปรแกรม Multimedia ToolBook II	26
รูปที่ 3.2	แสดงหน้าต่างูลบาร์ต่างๆของโปรแกรม Multimedia ToolBook	
รูปที่ 3.3	แสดงเครื่องมือต่างๆในโปรแกรม Multimedia ToolBook	28
รูปที่ 3.4	รูปแสดงสถานะของหน้าต่างใน Multimedia ToolBook	31
รูปที่ 3.5	แสดงการกำหนดคุณสมบัติภาพ	37
รูปที่ 3.6	แสดงคำเตือนว่าไม่สามารถทำ Undo ได้	38
รูปที่ 3.7	แสดงการกำหนดคุณสมบัติของ Paint Object	39
รูปที่ 3.8	แสดงการสร้าง Clip Resource	39
รูปที่ 3.9	แสดงกรอบ choose source type ใน Clip Resource	40
รูปที่ 3.10	แสดงกรอบการเลือก source file ใน Clip Resource	40
รูปที่ 3.11	แสดงกรอบการเลือก Clip	41
รูปที่ 3.12	แสดงกรอบการเลือกเส้นทางของ Media	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
รูปที่ 4.1 แสดงแกนโคออร์ดิเนตใน 3D space	45
รูปที่ 4.2 แสดงการประกอบของแผ่นสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยมเป็นรูปทรงกลม และรูปต่างๆ	46
รูปที่ 4.3 แสดงส่วนประกอบขั้นพื้นฐานของ Face	47
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอหลักของ 3D STUDIO MAX	48
รูปที่ 4.5 การค้างเคอร์เซอร์ที่ปุ่มคำสั่งบนหน้าจอ จะแสดงชื่อปุ่มให้เราได้เห็น	50
รูปที่ 4.6 แสดงจอภาพย่อย (View Port)	50
รูปที่ 4.7 แสดงมุมมองต่างๆ	52
รูปที่ 4.8 แสดงมุมมองต่างๆ	52
รูปที่ 4.9 ปุ่มควบคุมการล๊อคแกนในแกนต่างๆ	53
รูปที่ 4.10 ปุ่มแสดงรายละเอียดของ Transform Center	53
รูปที่ 4.11 ปุ่มคำสั่งพ่วงในการย่อ-ขยายวัตถุ	53
รูปที่ 4.12 กลุ่มคำสั่งในการสร้างวัตถุ 3 มิติ	54
รูปที่ 4.13 คำสั่งในการสร้างวัตถุ 3 มิติ ขั้นพื้นฐาน	54
รูปที่ 4.14 ปุ่มคำสั่งในการสร้างวัตถุ 3 มิติ รูปกล่องสี่เหลี่ยม	55
รูปที่ 4.15 รูปตัวอย่างวัตถุทรงกรวย	55
รูปที่ 4.16 แสดงรายละเอียดของพารามิเตอร์สำหรับคำสั่ง Sphere	56
รูปที่ 4.17 แสดงพารามิเตอร์ในการกำหนดขนาดของวัตถุทรงกระบอก	56
รูปที่ 4.18 แสดงคำสั่งเพิ่มเติมในกลุ่ม Modifier	57
รูปที่ 4.19 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปทรงวัตถุโดยใช้ Modifier	58
รูปที่ 4.20 แสดงการบิดเสาให้เป็นเกลียว	59
รูปที่ 4.21 แสดงการคัดเสาให้มีความโค้งตามต้องการ	59
รูปที่ 4.22 แสดงผลของคำสั่ง Ripple	60
รูปที่ 4.23 แสดงการ Modify วัตถุด้วยคำสั่ง Wave	60
รูปที่ 4.24 ผลของการ Boolean ในรูปแบบต่างๆ	61
รูปที่ 4.25 แสดงการใช้คำสั่ง Section	62
รูปที่ 4.26 การใช้คำสั่ง Create Multiside Blend Surface	62

	หน้า
รูปที่ 4.27 การประยุกต์คำสั่งต่างๆเข้าด้วยกัน	63
รูปที่ 4.28 ลักษณะของลำแสงแบบทรงกรวยและแบบขนาน	64
รูปที่ 4.29 แสดงการกำหนดแหล่งกำเนิดแสงแบบฉายภาพ Projector	64
รูปที่ 4.30 เงามจากการใช้แหล่งกำเนิดแสง	65
รูปที่ 4.31 แสดงค่า Size ซึ่งมีผลต่อความละเอียดของเงาที่เกิดขึ้น	65
รูปที่ 4.32 แสดงส่วนประกอบของ Material Editor	66
รูปที่ 4.33 แสดงปุ่มคำสั่งใน Material Editor	67
รูปที่ 4.34 ตัวอย่างหน้าจอ Material Editor	67



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่ของปุ่มต่างๆในโปรแกรม ToolBook	28
ตารางที่ 3.2 แสดงการทำงานของชุดเครื่องมือในโปรแกรม ToolBook	29
ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบความสามารถของ ToolBook กับ Software อื่นๆ	31
ตารางที่ 3.4 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง Clip Image และ Resource Image	43



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีต่างๆได้ก้าวหน้าไปเป็นอย่างมาก วิทยาการในการเรียนการสอนก็เช่นเดียวกัน จึงได้มีการนำวิทยาการต่างๆมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่างๆได้มากขึ้น

จึงได้มีการนำเสนอเนื้อหาวิชาต่างๆในรูปแบบของมัลติมีเดีย (Multimedia) ซึ่งเป็นสื่อที่มีทั้งภาพและเสียง ซึ่งทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และสามารถมองเห็นภาพในสิ่งที่เคยเป็นได้แค่เพียงจินตนาการได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป จึงได้พัฒนาสื่อการสอนขึ้นนี้ โดยใช้โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบู๊ต โดยมีการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ เพื่อให้ทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยใช้โปรแกรม 3D Studio MAX ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างภาพเคลื่อนไหวสามมิติ (3D Animation)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 ใช้เป็นสื่อประกอบในการเรียนการสอนวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น

1.2.2 เพิ่มประสิทธิภาพในการทำความเข้าใจ สำหรับนักศึกษาที่มีความสนใจจะทำความเข้าใจในเนื้อหาให้กระจ่างขึ้น

1.2.3 นำเสนอแนวทางใหม่ๆ ในการพัฒนาสื่อประกอบการเรียนการสอนโดยใช้ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ (3D Animation) มาประกอบในสื่อ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ใช้โปรแกรม “Multimedia ToolBook II” เพื่อพัฒนาสื่อประกอบการเรียนการสอนในวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น โดยมีการทำภาพเคลื่อนไหวสามมิติ (3D Animation) มาประกอบในสื่อโดยใช้โปรแกรม “3D Studio MAX 2.5”

1.4 ขั้นตอนการทำงาน

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ศึกษาความเป็นไปได้												
ศึกษา Program ที่ใช้ในการทำงาน												
รวบรวมเนื้อหา												
ออกแบบสื่อ												
สร้างสื่อ												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีเบื้องต้นของความร้อนและอุณหพลศาสตร์

2.1 ความร้อน อุณหภูมิและทฤษฎีของก๊าซ

ความร้อนเป็นสิ่งที่มนุษย์คุ้นเคยมากที่สุดอย่างหนึ่งในชีวิตประจำวัน มีปรากฏการณ์จำนวนมากที่เป็นที่รู้จักคุ้นเคยกันเป็นอย่างดีเช่น เมื่อต้มน้ำอุณหภูมิของน้ำจะค่อยๆเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำเดือดอุณหภูมิลบลงที่อยู่ค่าหนึ่ง แสงอาทิตย์สามารถแผ่รังสีความร้อนผ่านอวกาศเว้งว่างมายังโลก ถึงแม้ว่าเมื่อนำมาถูกันจะทำให้ร้อนขึ้นจนอาจสามารถติดไฟได้ เหล่านี้ล้วนแต่เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มนุษย์สามารถพบเห็นได้เสมอ ทำให้มนุษย์ต้องการที่จะเรียนรู้และเข้าใจถึงธรรมชาติและความเป็นจริงของปริมาณที่เรียกว่าความร้อน อุณหภูมิ รวมทั้งคุณสมบัติเชิงความร้อน ของสสารทั้งหลาย

2.1.1 หน่วยที่ใช้

เมื่อมนุษย์แสวงหาความจริงในธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น นิยามของปริมาณต่างๆ ในทางฟิสิกส์จะต้องถูกกำหนดขึ้นมาอย่างรัดกุมไม่ว่าจะเป็น 1 เมตร 1 วินาที หรือ 1 กิโลกรัม รวมทั้งปริมาณอื่นๆ ก็จะต้องมีการนิยามอย่างชัดเจน

อุณหภูมิ

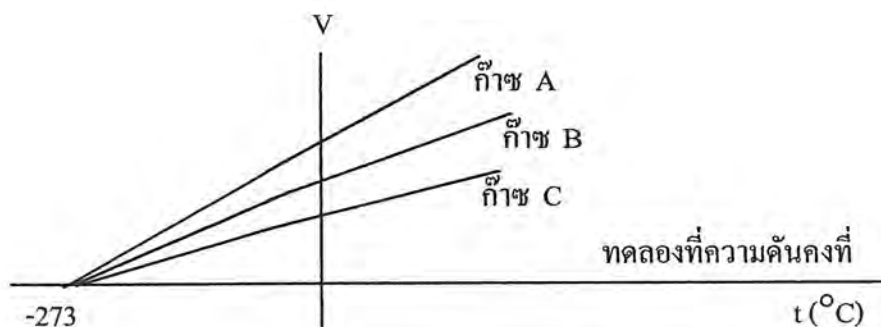
ในเรื่องอุณหภูมิก็เช่นกัน เมื่อได้ทราบว่าคุณสมบัติต่างกัน แล้วจะมีวิธีการอย่างไรในการวัดอุณหภูมิ อย่งไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ ได้พบว่าน้ำ (ซึ่งเป็นของเหลวที่มนุษย์คุ้นเคยและรู้จักกันดีที่สุด) นั้น จะกลายเป็นไอที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง (ให้ความรู้สึกร้อน นั่นคืออุณหภูมิสูง) และกลายเป็นของแข็ง (น้ำแข็ง) ที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง (ให้ความรู้สึกละเย็น นั่นคืออุณหภูมิต่ำ) นักวิทยาศาสตร์จึงได้กำหนดให้ที่อุณหภูมิที่น้ำแข็งตัว(ที่ความดันบรรยากาศ)เป็น 0 องศา และน้ำเดือดให้เป็นอุณหภูมิ 100 องศา ที่ความดันเดียวกัน นั่นคือระยะระหว่างอุณหภูมิที่น้ำแข็งตัวไปจนถึงอุณหภูมิที่น้ำกลายเป็นไอยจะถูกแบ่ง 100 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนนั้นจะถูกเรียกว่า 1 องศาเซลเซียส ใช้สัญลักษณ์ $^{\circ}\text{C}$ (องศาเซลเซียส)

นอกจากนี้ยังมีหน่วยที่นิยามอย่างอื่นที่นิยมใช้กันพอสมควรคือ องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งจะแบ่งระหว่างอุณหภูมิที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็งและน้ำกลายเป็นไอย่างกันอยู่ 180 ช่วงเท่า ๆ กัน และให้อุณหภูมิที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เป็น 32°F (องศาฟาเรนไฮต์) ดังนั้นน้ำเดือดจะมีอุณหภูมิเป็น 212°F ความสัมพันธ์ระหว่างสเกลของอุณหภูมิเซลเซียสกับฟาเรนไฮต์จะเป็น

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \quad (2.1)$$

ในสมัยต่อมาเมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสสารมากขึ้น ก็ได้พบว่าก๊าซทุกชนิดที่ได้ศึกษานั้นเมื่อต่อกราฟระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิ (ที่ความดันคงที่) แล้วปริมาตรจะเป็นศูนย์ที่อุณหภูมิประมาณ -273°C ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ก๊าซทุกชนิดเมื่อต่อกราฟลงไปจะตัดแกน (ปริมาตรเป็นศูนย์) ที่อุณหภูมิที่ -273°C (เมื่อความดันคงที่)

ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ จึงได้นิยามสเกลเคลวินขึ้นมา โดยที่ศูนย์องศาเคลวินจะเท่ากับ -273 องศาเซลเซียส (ค่าที่ละเอียดกว่านี้คือ -273.15 องศาเซลเซียส)

ดังนั้น อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน = $273 +$ อุณหภูมิในหน่วยเซลเซียส

$$\text{หรือ } K = 273 + ^{\circ}\text{C} \quad (2.2)$$

นั่นคือ 1 ช่องสเกลของเคลวินจะเท่ากับ 1 ช่องสเกลองศาเซลเซียสพอดี และศูนย์เคลวินจะเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่เป็นไปได้ในธรรมชาติ

ความดัน

ความดันมีนิยามจากแรงในแนวตั้งฉากต่อพื้นที่ หน่วยของความดัน [ตามหน่วย เอสไอ (SI)] จะเป็นนิวตันต่อตารางเมตร (N.m^{-2}) หรือปาสคาลนั่นเอง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความดันมีพิสัยที่กว้างมาก จึงมีหน่วยที่นิยมใช้แตกต่างกันไปมากสำหรับการใช้งานที่ต่างกัน

หน่วยที่นิยมใช้หน่วยหนึ่งก็คือมิลลิเมตรปรอทหรือทอร์ โดยความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลจะเท่า 760 มิลลิเมตรปรอท (หรือ 760 ทอร์) นอกจากนี้หน่วยบาร์ (bar) และปอนด์ต่อตารางนิ้วก็นิยมใช้กันมากในทางวิศวกรรม โดย 1 บาร์จะเท่ากับหนึ่งแสน (1×10^5) ปาสคาล และเนื่องจาก 1 บรรยากาศ (atm) จะเท่ากับ 102,000 ปาสคาล ดังนั้น 1 บรรยากาศ จะเท่ากับ 1.02 บาร์ และยังเท่ากับ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (lb.in^{-2})

เหตุที่ความดันในหน่วยเอสไอ [คือปาสคาลหรือนิวตันต่อตารางเมตร] มักจะไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนัก ก็เพราะว่าหน่วยปาสคาลหรือนิวตันต่อตารางเมตร เป็นหน่วยที่เล็กเกินไปนั่นเอง อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะใช้หน่วยใดก็ตาม จะต้องอ้างอิงถึงหน่วยเอสไอเสมอ เพราะในการคำนวณมักจะนิยมให้ค่าต่างๆ เป็นค่าตามหน่วยเอสไอ

หน่วยอื่น ๆ

หน่วยอื่น ๆ ที่ใช้กันมากในทางความร้อนคือ ปริมาตร ซึ่ง ปกติก็จะใช้หน่วยลูกบาศก์เมตรและ ลิตร โดยที่ 1 ลิตร = $\frac{1}{1000}$ ลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ก็มีหน่วยของพลังงานซึ่งใช้เป็นจูล โดยที่ 1 จูลเท่ากับ 1 นิวตันเมตร และหน่วยของความร้อนก็มักจะใช้แคลอรี โดยที่ 1 แคลอรี เท่ากับ 4.184 จูล และเมื่อศึกษาเรื่องก๊าซ ก็หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องพูดถึงปริมาณของก๊าซ โดยปกติจะนิยามให้ ก๊าซ 1 กรัม-โมล หรือเรียกสั้น ๆ ว่า 1 โมล มีค่าเท่ากับมวลโมเลกุลของก๊าซนั้น ๆ ในหน่วยของกรัม เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 1 โมลจะมีมวลเท่ากับ $12 + 2(16) = 44$ กรัม เป็นต้น นอกจากนี้ ก๊าซ 1 โมล จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากับเลขอาโวกาโดรคือ 6.02×10^{23} โมเลกุล และมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลิตรที่ STP (Standard Temperature and Pressure) คือที่หนึ่งความดันบรรยากาศและอุณหภูมิ 25°C

2.1.2 การขยายตัวของสาร

วัตถุเมื่อได้รับความร้อน ก็จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรหรือขนาดก็จะขยายตัวขึ้นด้วย การเพิ่มขึ้นของขนาดของวัตถุเป็นผลมาจากพลังงานจลน์ของอะตอมเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

สมมุติว่ามีวัตถุหนึ่งมิตีซึ่งมีอุณหภูมิ T ณ ที่อุณหภูมินี้วัตถุมีความยาว L เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ΔT ความยาวจะเพิ่มขึ้นอีก ΔL แต่ถ้าที่อุณหภูมินี้วัตถุมีความยาว $\frac{L}{2}$ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ΔT ความยาวก็จะเพิ่มขึ้นเพียง $\frac{\Delta L}{2}$ นั่นคือการเพิ่มขึ้นของความยาวเป็นปฏิกิริยา โดยตรงกับความยาว L นั้น

เอง ดังนั้น $\Delta L \propto L$ และ $\Delta L \propto \Delta T$

จะได้ว่า $\Delta L = a L \Delta T$ (2.3)

ค่า a เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงเส้น

แต่โดยทั่วไปวัตถุมักจะอยู่ในสถานะที่มี 2 หรือ 3 มิติ คือ การขยายตัวมักจะเกิดในเชิงพื้นที่หรือปริมาตรสำหรับวัตถุโดยทั่ว ๆ ไป ดังนั้นในกรณี 2 และ 3 มิติ จะได้ว่า

$$\Delta A = \frac{\Delta A}{\Delta L} \cdot \Delta L = \frac{\Delta L^2}{\Delta L} \cdot \Delta L = 2L (\Delta L)$$

$$\Delta A = 2L (a L \Delta T)$$

$$\Delta A = (2a)(L^2) (\Delta T)$$

$$\Delta A = b A \Delta T \quad (2.4)$$

เมื่อ $A = L^2$ และ $b = 2a$ เรียกว่า สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงพื้นที่

ในทำนองเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\Delta V = \frac{\Delta V}{\Delta L} \cdot \Delta L = \Delta(L') = 3L^2 (\Delta L)$$

$$\Delta V = 3L^2 (a \cdot L \cdot \Delta T)$$

$$\Delta V = (3a)(L') \Delta T$$

$$\Delta V = c V \Delta T \quad (2.5)$$

เมื่อ $V = L^3$ และ $c = 3a$ เรียกว่า สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตร

2.1.3 ความจุความร้อนและความจุความร้อนจำเพาะ

สมมติพลังงานความร้อน 100 แคลอรี ถูกถ่ายเทให้กับเหล็กมวล 1 กิโลกรัม และด้วยพลังงานความร้อนที่เท่ากันนี้ถ่ายเทให้กับน้ำ 1 กิโลกรัม อุณหภูมิของเหล็กและน้ำจะเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน ทั้งนี้เพราะน้ำกับเหล็กมีความจุความร้อนไม่เท่ากันนั่นเอง อัตราส่วนระหว่างพลังงานที่ถ่ายเทเข้าไปต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปหนึ่งหน่วยจะเรียกว่า ความจุความร้อน ส่วนค่าความจุความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวลจะเรียกชื่อว่าความจุความร้อนจำเพาะ (ใช้สัญลักษณ์ c) ดังนั้น

$$c = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

หรือ $\Delta Q = mc\Delta T \quad (2.6)$

เมื่อ ΔQ คือ พลังงานความร้อนที่ถ่ายเท (จูล)

ΔT คือ อุณหภูมิ ที่เปลี่ยนแปลงไป (องศาเซลเซียส)

m คือ มวลของวัตถุ (กิโลกรัม)

c คือ ความจุความร้อนจำเพาะ (จูล.กิโลกรัม⁻¹.องศาเซลเซียส⁻¹)

สำหรับน้ำจะมีค่า $c = 4.18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1} = 1 \text{ kcal.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

2.1.4 การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ(ที่ความดันบรรยากาศ) จะพบว่าอุณหภูมิของน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำจะเริ่มเดือดที่อุณหภูมิ 100°C และอุณหภูมิค่านี้นี้จะคงที่อยู่ตลอดเวลาในช่วงที่น้ำเดือด น่าสนใจว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

คำตอบของคำถามดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำนั้น โมเลกุลของน้ำซึ่งอยู่ในสถานะของเหลวจะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำจึงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดที่พลังงานจลน์สามารถเอาชนะแรงดึงดูดของพันธะระหว่างโมเลกุลในน้ำได้ โมเลกุลของน้ำก็จะหลุดออกจากกันกลายเป็นไอน้ำ ความร้อนส่วนที่สสารรับเข้าไปเพื่อไปทำลายพันธะแล้วเกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนสถานะเรียกว่าความร้อนแฝง พลังงานความร้อนที่ให้เข้าไปในตอนนี้จะกลายเป็นพลังงานจลน์ของโมเลกุลของไอน้ำทั้งหมด ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำจึงไม่เพิ่มขึ้นแต่จะคงที่อยู่ที่ 100°C ตลอดเวลา

อย่างไรก็ตามกระบวนการที่จะทำลายพันธะในโมเลกุลของน้ำและทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะไปนั้น ต้องอาศัยพลังงานความร้อนจำนวนหนึ่งซึ่งมี ชื่อเรียก ว่า ความร้อนแฝง โดยที่ ความร้อนแฝงต่อหนึ่งหน่วยมวลจะเรียกว่า ความร้อนแฝงจำเพาะ (L) ดังนั้นถ้าสารมีมวล m ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนสถานะจะเป็น

$$\Delta Q = mL \quad (2.7)$$

เมื่อ L คือ ความร้อนแฝงจำเพาะ

m คือ มวล

ΔQ คือ ปริมาณความร้อนที่ให้เข้าไปหรือคายออกมา

กรณีที่ของเหลวจะกลายเป็นไอจะเรียกว่า ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอ (L_v) ส่วนกรณีที่ของแข็งจะกลายเป็นของเหลวนั้นจะเรียกชื่อว่า ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลว (L_f) สำหรับกรณีของน้ำนั้น $L_v = 2255 \text{ kJ.kg}^{-1}$ และ $L_f = 333 \text{ kJ.kg}^{-1}$

2.1.5 การถ่ายโอนความร้อน (Heat Transfer)

การถ่ายโอนความร้อน จะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิของสารระหว่างสองระบบใด ๆ ไม่เท่ากัน โดยพลังงานความร้อนจะถ่ายเทจากระบบที่มีอุณหภูมิสูงไปยังระบบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การถ่ายโอนความร้อนจะเกิดขึ้นได้ 3 กระบวนการ ดังต่อไปนี้

การนำความร้อน (thermal conduction)

เมื่อวัตถุสองก้อนที่มีอุณหภูมิไม่เท่ากันมาสัมผัสกัน หรือวัตถุก้อนเดียวกันแต่มีอุณหภูมิที่ปลายสองข้างแตกต่างกัน ก็จะทำให้เกิดการถ่ายโอนความร้อนขึ้น โดยพลังงานความร้อนจะถ่ายเทจากบริเวณที่อุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ จนกว่าวัตถุทั้งสองจะมีอุณหภูมิเท่ากัน ถ้าให้พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทต่อหน่วยเวลาสมมติเป็น H โดยที่

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

จะได้ $H = k_0 \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta L} \quad (2.8)$

A คือพื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนไหลผ่าน

ΔT คือความแตกต่างอุณหภูมิ

ΔL คือ ช่วงความยาวของวัตถุ [สองตำแหน่งที่อุณหภูมิต่างกัน ΔT]

ค่า k_0 เรียกว่า สภาพนำความร้อน (thermal conductivity) เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถในการ

เป็นตัวนำความร้อนของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

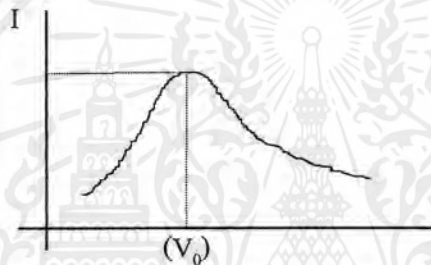
การพาความร้อน (thermal convection)

เป็นกระบวนการที่การถ่ายเทความร้อนเกิดจากการเคลื่อนที่ของของไหลจากบริเวณหนึ่งไปสู่อีกบริเวณหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ในเวลากลางคืนอุณหภูมิของอากาศเหนือทะเลจะสูงกว่าบริเวณพื้นดิน ดังนั้นอากาศจะเคลื่อนที่จากทะเลมาสู่พื้นดินและอากาศจากพื้นดินก็จะเคลื่อนที่ไปแทนที่ เป็นต้น

การแผ่รังสีความร้อน (radiation)

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งของพลังงานความร้อนซึ่งเกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน ดวงอาทิตย์ถ่ายเทพลังงานความร้อนออกสู่อวกาศรอบ ๆ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

วัตถุทุกชนิดที่อุณหภูมิสูงกว่าศูนย์องศาเคลวินจะแผ่พลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาที่ทุก ๆ ค่าความถี่ แต่จะมีค่าความถี่ที่ให้ค่าความเข้มของพลังงานสูงสุด ($V_{\max}$) ค่าหนึ่งเสมอ ดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงค่าความเข้มของพลังงานกับค่าความถี่ของคลื่น แม่เหล็ก ไฟฟ้าที่เปล่งออกมาจากวัตถุที่มีอุณหภูมิ T

วัตถุที่มีพื้นผิว A จะแผ่กระแสความร้อนออกมาเป็น

$$H = \frac{dQ}{dt} = Ae\sigma T^4 \quad (2.9)$$

- เมื่อ
- H = กระแสความร้อน (heat current)
 - A = พื้นที่ของวัตถุที่แผ่รังสี (surface area)
 - e = ค่าคงที่ของการแผ่รังสี (emissivity) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
 - σ = ค่าคงที่ของสเตฟาน-โบลซ์มานน์ = $5.6705 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$

2.1.6 กฎของก๊าซ

กฎของบอยล์

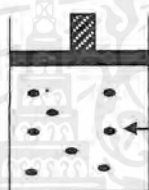
ในศตวรรษที่ 17 โรเบิร์ต บอยล์ (Robert boyle) ได้ค้นพบว่าในก๊าซชนิดหนึ่งถ้าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ความดันกับปริมาตรจะแปรผกผันต่อกัน นั่นคือ

$$P \propto \frac{1}{V}$$

หรือ

$$PV = \text{constant} \quad (2.10)$$

จะทำให้เข้าใจมากขึ้นถ้าพิจารณาทรงกระบอกที่บรรจุก๊าซอุดมคติ ซึ่งจะเป็นก๊าซที่แทบจะไม่มีอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล (ก๊าซที่เจือจางมากๆ จะมีลักษณะใกล้เคียงกับก๊าซอุดมคติ)



ก๊าซอุดมคติ ในปริมาตร V

และความดัน P

รูปที่ 2.3 ทรงกระบอกบรรจุก๊าซอุดมคติ ซึ่งพิจารณากรณีที่อุณหภูมิคงที่

ลองพิจารณารูปที่ 2.3 ถ้าค่อย ๆ ดันลูกสูบลงไป จะทำให้ปริมาตรค่อย ๆ ลดลงไป ถ้าระยะทางที่เคลื่อนที่ได้เป็น Δx จะพบว่าต้องออกแรงมากขึ้นเพื่อคงสภาพปริมาตรไว้ที่ค่านั้น นั่นแสดงให้เห็นว่าความดันมีค่ามากขึ้น จากการทดลองของบอยล์ พบว่าผลคูณของปริมาตรกับความดันจะมีค่าคงที่เสมอตามสมการที่ (2.10)

กฎของชาร์ลส์และกฎของเกย์ ลูสแซกส์

พิจารณาระบบตามรูปที่ 2.3 โดยที่พิจารณาให้ความดันของระบบคงที่ ถ้าอุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้นจะพบว่าปริมาตรของกระบอกสูบดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มขึ้น นั่นคือ

$$V \propto T$$

หรือ

$$\frac{V}{T} = \text{constant} \quad (2.11)$$

แต่ถ้ากำหนดให้ปริมาตรคงที่ นักวิทยาศาสตร์ชื่อเกย์ ลูสแซกส์ พบว่าความดันจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับอุณหภูมิ นั่นคือ

$$\begin{aligned} V &\propto T \\ \text{หรือ} \quad \frac{V}{T} &= \text{constant} \end{aligned} \quad (2.12)$$

กฎของก๊าซ

เมื่อรวมสมการ (2.10), (2.11) และ (2.12) เข้าด้วยกัน จะได้ว่า

$$\frac{PV}{T} = \text{constant} \quad (2.13)$$

สมการที่ 2.13 เรียกว่า *กฎของก๊าซ* ซึ่งก๊าซในที่นี้จะหมายถึงก๊าซในอุดมคติ

สมการที่ 2.13 นั้น เป็นจริงสำหรับระบบที่มีจำนวนโมล หรือจำนวนโมเลกุลที่แน่นอนค่าหนึ่งเท่านั้น ถ้าลองเปลี่ยนแปลงจำนวนโมเลกุลของระบบนั้น ๆ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \frac{PV}{T} &\propto N \\ \text{หรือ} \quad \frac{PV}{T} &\propto n \end{aligned}$$

เมื่อ N คือ จำนวนโมเลกุลและ n คือ จำนวนโมล (ก๊าซ 1 โมล จะมีมวลเท่ากับมวลโมเลกุล และมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลิตรที่ STP หรือมีจำนวนโมเลกุลเท่ากับเลขอาโวกาโดรคือ 6.02×10^{23} ตัว) ดังนั้นกฎของก๊าซ จึงเขียนได้ว่า

$$\begin{aligned} \frac{PV}{T} &\propto N \\ \text{นั่นคือ} \quad PV &= NkT \end{aligned} \quad (2.14)$$

$$\begin{aligned} \frac{PV}{T} &\propto n \\ \text{หรือ} \quad PV &= nRT \end{aligned} \quad (2.15)$$

เมื่อ k เป็นค่าคงที่เรียกว่า *ค่าคงที่ของโบลซ์มันน์*

ส่วนค่า R ก็เป็นค่าคงที่เรียกว่า *ค่าคงที่ของก๊าซ*

โดยปกติค่า $k = 1.38 \times 10^{-23}$ จูลต่อเคลวิน (J.K^{-1})

และ $R = 8.31$ จูลต่อโมลต่อเคลวิน ($\text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ

การจะอธิบายพฤติกรรมของก๊าซให้ชัดเจน ต้องมีทฤษฎีที่ตั้งอยู่บนหลักการสำคัญทางฟิสิกส์ โดยนัยนี้ การเคลื่อนที่ของก๊าซในระบบจึงถูกพิจารณาเป็นแบบจำลองเชิงกลศาสตร์อย่างง่ายโดยพิจารณากรณีก๊าซเป็นก๊าซอุดมคติ เรียกว่าชื่อทฤษฎีนี้ว่า ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในระบบใด ๆ ที่ อุณหภูมิสูงกว่าศูนย์องศาเคลวิน จะมีความหมายว่า อนุภาคจะมีพลังงานจลน์ซึ่งเก็บอยู่ในรูปของพลังงานภายในของระบบ ดังนั้นจะลองศึกษาระบบของ ก๊าซอุดมคติในเชิงทฤษฎีดูว่าจะได้อะไร จากทฤษฎีดังกล่าวนี้บ้าง

ถ้าพิจารณาระบบที่ประกอบด้วยอนุภาคก๊าซ N ตัว แต่ละตัวมีมวล $m_1, m_2, m_3, \dots, m_N$ และมีความเร็ว $v_1, v_2, v_3, \dots, v_N$ ในแกนอ้างอิงจุดศูนย์กลางมวล (C-frame of reference) ถ้าพิจารณาก๊าซในระบบว่าเป็นก๊าซในอุดมคติ จะได้ว่าพลังงานเฉลี่ยของอนุภาคก๊าซแต่ละตัวจะเป็น

$$\bar{E}_k = \frac{1}{N} \left(\sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2 \right) \quad (2.16)$$

เมื่อ N คือ จำนวนของอนุภาคทั้งหมดในกล่อง ถ้าพิจารณาในกรณีที่ก๊าซทุกตัวมีมวลเท่ากันคือ $m_1 = m_2 = m_3 = \dots = m_N = m$ จะได้ว่า

$$\bar{E}_k = \frac{1}{2} m \left[\frac{1}{N} \sum_i v_i^2 \right] = \frac{1}{2} m v_{rms}^2 \quad (2.17)$$

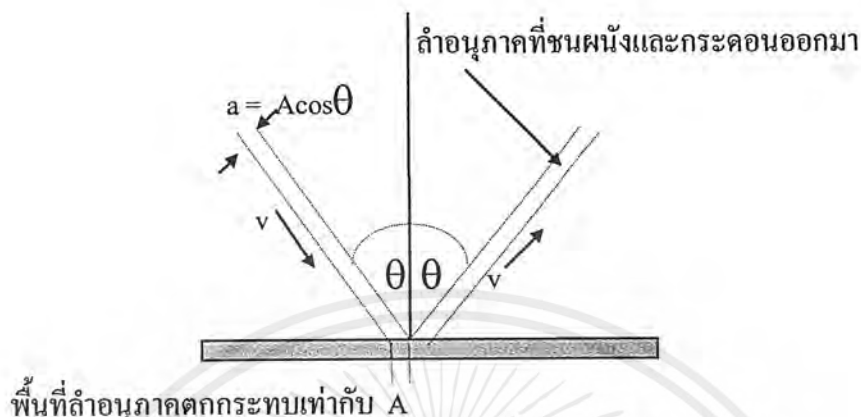
เมื่อ

$$v_{rms}^2 = \frac{1}{N} \sum_i v_i^2 = \frac{1}{N} (v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_N^2) \quad (2.18)$$

ทีนี้ถ้าจะให้ได้ความสัมพันธ์ตามกฎของก๊าซ จะต้องเริ่มต้นจากความสัมพันธ์ในเรื่องของความดัน นั่นคือ ความดันของก๊าซในระบบจะนิยามมาจาก

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.19)$$

พิจารณารูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงกลุ่มของอนุภาคก๊าซที่วิ่งเข้าชนผนังของกล่อง

เมื่อ n คือจำนวนของโมเลกุลต่อปริมาตรในลำของอนุภาค วิ่งเข้าชนผนังเป็นพื้นที่ A โดยทำมุม θ กับผนัง ดังนั้นแรงในแนวตั้งฉาก(เฉลี่ย)จะมีค่าเท่ากับ

$$\langle F \rangle = P_{\text{หลังชน}} - P_{\text{ก่อนชน}} = 2 m v (n^*)$$

(n^* คือจำนวนอนุภาคทั้งหมดที่มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมที่กำลังพิจารณาอยู่)

$$\text{ดังนั้น} \quad \langle F \rangle = 2 m (v^2 \cos^2 \theta)(An) \quad (2.20)$$

จะทำให้ความดันมีค่าเป็น

$$P = \frac{F}{A} = \frac{2Anmv^2 \cos^2 \theta}{A} = 2nmv^2 \cos^2 \theta \quad (2.21)$$

แต่ก๊าซทั้ง n ตัว ถ้ามองในแง่ของความน่าจะเป็นแล้ว จะได้ว่ามีจำนวนก๊าซเพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้นที่แนวของการเคลื่อนที่ไปทางด้านผนังที่พิจารณา ส่วนอีกครึ่งหนึ่งก็จะมีทิศของการเคลื่อนที่ไปในทิศตรงกันข้าม (ตอนนี้พิจารณาเฉพาะในแนวแกน x เพียงแกนเดียว และเป็นแกนที่ตั้งฉากกับผนังที่กำลังพิจารณา ดังนั้น $v_x = v \cos \theta$) จะได้ว่า

$$P = 2 \left(\frac{1}{2} n \right) m v_x^2 \quad (2.22)$$

และจะได้ว่า

$$P = n m v_x^2 \quad (2.23)$$

แต่เนื่องจากมิติที่ปรากฏต่อการรับรู้จะมีอยู่ 3 มิติ คือ แกน x , แกน y และแกน z ดังนั้นจะได้ว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$v_x^2 = v_y^2 = v_z^2 = \frac{1}{3} v_{\text{rms}}^2 \quad (2.24)$$

นั่นคือ

$$P = n m \left(\frac{1}{3} v_{\text{rms}}^2 \right)$$

$$P = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m v_{\text{rms}}^2 \quad (2.25)$$

เพราะ n ก็คือจำนวนอนุภาคทั้งหมดต่อปริมาตร เมื่อถือว่าก๊าซมีความสม่ำเสมอทุกทิศทาง ดังนั้นความดันอันนี้จะเท่ากับความดันที่ผนังด้านอื่น ๆ ด้วย ซึ่งก็คือความดันของระบบนั่นเอง

ซึ่งจะได้

$$PV = \frac{1}{3} N m v_{\text{rms}}^2 \quad (2.26)$$

และจากความสัมพันธ์

$$\bar{E}_k = \frac{1}{2} m v_{\text{rms}}^2 \quad \text{จะได้ว่า}$$

$$PV = \frac{2}{3} N \bar{E}_k \quad (2.27)$$

และจากกฎของก๊าซอุดมคติทราบว่า

$$PV = NkT \quad (2.28)$$

เปรียบเทียบด้านขวามือของสมการ (2.27) กับ (2.28) ย่อมจะได้ว่าพลังงานจลน์เฉลี่ยของอนุภาคแต่ละตัวคือ

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT \quad (2.29)$$

สมการข้างบนชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าพลังงาน (ของก๊าซอุดมคติ) เป็นสิ่งเดียวกันกับอุณหภูมิ หมายความว่า อุณหภูมิเป็นตัวแสดงให้เห็นถึงพลังงานจลน์ของก๊าซในระบบ

ด้วยแนวคิดดังกล่าวข้างต้น อาจจะนิยามพลังงานภายใน (internal energy) U ของระบบขึ้นมา (สำหรับก๊าซอุดมคติ คือ ไม่มีพลังงานศักย์มาเกี่ยวข้องในระบบเลย) ดังนี้

$$U = N \bar{E}_k \quad (2.30)$$

หรือ

$$U = \frac{3}{2} kNT \quad (2.31)$$

และจากความสัมพันธ์ $\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT$ และ $\bar{E}_k = \frac{1}{2} m v_{\text{rms}}^2$ ก็จะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \quad (2.32)$$

2.2 อุณหพลศาสตร์

วิชาอุณหพลศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเรื่องของพลังงานและการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงาน ความจริงแล้วในวิชาฟิสิกส์ระดับพื้นฐาน กล่าวโดยสรุปแล้วเกี่ยวข้องกับปริมาณอยู่ 4 ชนิดเท่านั้น คือ มวล พลังงาน ตำแหน่ง (อวกาศ) และ เวลา (กาล) พลังงานที่มนุษย์รู้จัก มีรูปแบบอยู่มากมาย ตัวอย่าง เช่น ความร้อน แสง เสียง ล้วนแล้วแต่เป็นปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทั้งสิ้น พลังงาน ความร้อน เป็นการแสดงออกของการถ่ายเทพลังงาน จากบริเวณหนึ่งไปสู่อีก บริเวณ หนึ่ง เนื่องจาก อุณหภูมิไม่เท่ากัน

2.2.1 แนวคิดพื้นฐาน

ระบบในทางอุณหพลศาสตร์

แนวคิดเริ่มต้นของการศึกษาเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์ก็คือ แนวคิดเกี่ยวกับระบบและสิ่งแวดล้อม ระบบคือส่วนที่ถูกสนใจศึกษา ส่วนสิ่งแวดล้อมคือส่วนที่อยู่รอบระบบ การศึกษาอุณหพลศาสตร์จะแบ่งระบบออกเป็น 3 ชนิดคือ

ระบบโดดเดี่ยว (isolated system) เป็นระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลและพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

ระบบปิด (closed system) เป็นระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมได้ แต่ไม่มีการถ่ายเทของมวล

ระบบเปิด (open system) เป็นระบบที่สามารถถ่ายเททั้งมวลและพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมได้

สถานะ

ก่อนที่จะกล่าวถึงเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ลองมาทำความรู้จักกับคำว่า สมดุล หรือสถานะสมดุล เสียก่อน สมดุล ทางอุณหพลศาสตร์จะมีอยู่ 3 อย่างด้วยกันคือ หนึ่งสมดุลความร้อนคือไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากระบบ ซึ่งจะทำให้ความร้อนสุทธิเป็นศูนย์ สองสมดุลกลคือปริมาตรหรือขอบเขตระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลง และสามสมดุลเคมีคือไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณมวลสารของระบบ เมื่อเรากล่าวว่าระบบอยู่ในสมดุล จะหมายความว่าระบบอยู่ในสมดุลทั้งสามอย่างพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

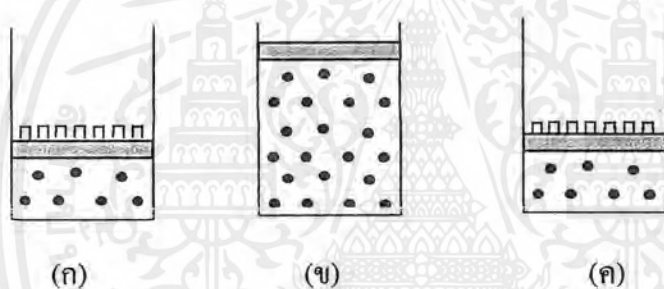
ระบบที่อยู่ในสมดุลจะบ่งบอกถึงสถานะทางอุณหพลศาสตร์ได้ด้วยตัวแปรทางอุณหพลศาสตร์ (คำว่าสถานะจะเป็นคำที่เป็นตัวแทนคุณสมบัติมหภาคของระบบโดยรวม) แต่ละชุดของตัวแปรอุณหพลศาสตร์จะเป็นตัวกำหนดสถานะของระบบ

ระบบที่ง่ายที่สุดในทางอุณหพลศาสตร์คือ ระบบ PVT ที่สถานะสมดุลจะเขียนสมการของสถานะได้เป็น $f(P,V,T) = 0$ รูปของสมการสถานะ

กระบวนการผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ (reversible and irreversible processes)

ในการศึกษาวิชาอุณหพลศาสตร์ มีกระบวนการอยู่สองกระบวนการซึ่งนักศึกษาต้องทำความเข้าใจให้ลึกก่อน กระบวนการแรกเรียกว่ากระบวนการผันกลับได้ หมายความว่ากระบวนการนั้นสามารถจะเดินหน้าหรือถอยหลังก็ได้และสามารถกลับมาอยู่ที่สถานะเดิมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ต่อระบบและสิ่งแวดล้อม ลองดูตัวอย่างที่จะทำให้เข้าใจกระบวนการดังกล่าวได้ โดยพิจารณารูปที่

2.5 (ก) – 2.5 (ค)

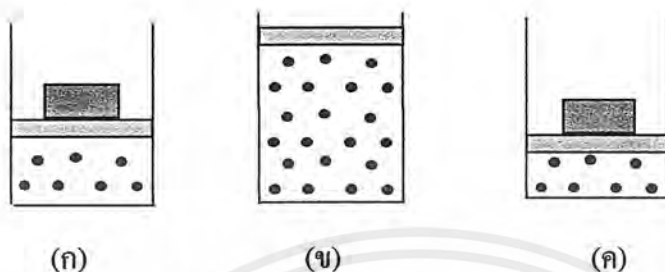


รูปที่ 2.5 แสดงเหตุการณ์จำลองของกระบวนการผันกลับได้

สมมุติที่สถานะเริ่มต้น มีมวลน้อย ๆ วางทับอยู่บนฝาลูกสูบ (ไม่คิดแรงเสียดทาน) จำนวนหนึ่ง ดังนั้นระบบจะมีสถานะเริ่มต้นอื่นหนึ่ง เมื่อค่อย ๆ นำมวลเหล่านั้นออกทีละก้อน (มวลนี้ถือว่าน้อยมาก ๆ) การกระทำดังกล่าวถ้าถือว่าไม่ไปรบกวนต่อระบบเลย ระบบจึงเสมือนอยู่ในสมดุลตลอดเวลา เมื่อนำเอาก้อนวัตถุออกเรื่อยๆ อย่างช้าๆจนหมด ระบบก็จะไปอยู่ที่สถานะสุดท้ายอันหนึ่ง แน่นอนว่าสถานะนี้ย่อมแตกต่างจากสถานะเริ่มต้น และเมื่อเริ่มกระบวนการย้อนกลับ โดยการใส่มวลน้อย ๆ เหล่านั้นลงไปทีละก้อนอย่างช้า ๆ จนกระทั่งได้ก้อนสุดท้ายลงไป ระบบจะกลับมาอยู่ที่สถานะเริ่มต้น โดยที่สถานะนี้จะเหมือนเดิม [เหมือนในรูปแรก คือรูป 2.5 (ก)]ทุกประการ เมื่อกระบวนการที่ดำเนินไปและกลับมามีครบรอบ ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ต่อระบบและสิ่งแวดล้อม จะเรียกกระบวนการแบบนี้ว่าเป็นกระบวนการผันกลับได้

ส่วนกระบวนการที่ผันกลับไม่ได้นั้น จะสามารถเข้าใจได้ โดยดูจากรูปที่ 2.6 (ก) – 2.6 (ค) ในรูปดังกล่าวจะมีมวลเพียงก้อนเดียวที่วางทับอยู่บนฝากระบอกสูบ เมื่อยกมวลก้อนนี้ออก ก๊าซจะขยายตัว

และดันฝาสูบออกไป และไปอยู่ที่สถานะสุดท้ายอันหนึ่ง กระบวนการที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้อยู่ในสถานะสมดุลตลอดเวลา แต่ไปสู่สถานะสมดุลใหม่สุดท้ายเพียงครั้งเดียว และเมื่อ



รูปที่ 2.6 แสดงเหตุการณ์จำลองของกระบวนการผันกลับไม่ได้

ใส่มวลก้อนเดิมลงไป ระบบจะเข้าสู่สมดุลอันใหม่แต่จะไม่เหมือนเดิม [ไม่เหมือนในรูป 2.6 (ก)] หรือเหมือนเส้นทางของกระบวนการก็จะมีไม่ซ้ำรอยเดิมดังรูปที่ 2.7(ข) กระบวนการแบบนี้จะเรียกว่าเป็น **กระบวนการผันกลับไม่ได้**

กระบวนการผันกลับได้นั้น ถ้าเขียนไดอะแกรมของความดัน-ปริมาตร (P-V diagram) จะได้ว่าทั้งกระบวนการไปและกลับจะอยู่บนเส้นทางเดิม แต่กระบวนการผันกลับไม่ได้มันจะไม่ได้อยู่บนเส้นทางเดิม ถึงแม้จะเป็นกรณีที่สามารถกลับมาที่สถานะเริ่มต้นเหมือนเดิมก็ตาม ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 (ก) ไดอะแกรม ความดัน-ปริมาตร ของกระบวนการผันกลับได้
(ข) ไดอะแกรม ความดัน-ปริมาตรของกระบวนการผันกลับไม่ได้

พลังงานภายใน

ที่ผ่านมาได้กล่าวถึงพลังงานภายในของก๊าซอุดมคติมาแล้ว เนื่องจากก๊าซอุดมคติไม่มีพลังงานศักย์เข้ามาเกี่ยวข้อง (คือถือว่าอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลหรืออะตอมมีค่าน้อยมากจนตัดทิ้งไปได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นก๊าซอุดมคติจึงมีแต่พลังงานจลน์เพียงอย่างเดียว สมมุติระบบที่พิจารณานั้น ก๊าซแต่ละตัวมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเป็น $\bar{E}_k$ ดังนั้นจะได้ว่า

$$U = N \bar{E}_k \quad (2.33)$$

เมื่อ U = พลังงานภายใน
 N = จำนวนโมเลกุลทั้งหมดของก๊าซในระบบ
 $\bar{E}_k$ = พลังงานจลน์เฉลี่ยต่อหนึ่งโมเลกุล

ดังนั้นพลังงานภายในก็คือ ผลคูณของจำนวน โมเลกุลทั้งหมดกับพลังงานเฉลี่ย ในระบบใด ๆ ที่มีพลังงานภายในสูงแสดงว่ามีพลังงานจลน์เฉลี่ยสูง สำหรับกรณีก๊าซจริงพลังงานภายในจะรวมทั้งพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ ดังนั้น จะได้ว่าพลังงานภายในของระบบ (สำหรับก๊าซอุดมคติ) จะเป็น

$$U = N \left(\frac{3}{2} kT \right)$$

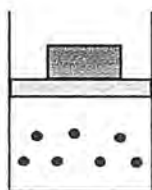
$$U = \frac{3}{2} NkT \quad (2.34)$$

ซึ่งจะทำให้ได้ว่า อุณหภูมิเป็นตัวบอกลถึงปริมาณพลังงานภายในของระบบ ดังนั้นวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงก็จะมีพลังงานภายในสูงด้วย

ระบบปิดสองระบบใด ๆ ถ้ามีอุณหภูมิไม่เท่ากัน ก็จะมีการถ่ายเทความร้อน จากระบบที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังระบบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากันจึงจะไม่มี การถ่ายเทความร้อนอีกต่อไป ซึ่งเรียกว่าระบบอยู่ในสมดุลความร้อน ตำราบางเล่มจะจัดให้เป็นกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์ ซึ่งกล่าวได้ว่า “ถ้าวัตถุ A มีสมดุลความร้อนกับวัตถุ B และวัตถุ B สมดุลความร้อนกับวัตถุ C แล้ว วัตถุ A จะมีสมดุลความร้อนกับวัตถุ C”

2.2.2 กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

เมื่อวัตถุก้อนหนึ่งวางอยู่ ถ้าสมมุตินำเอาวัตถุอีกก้อนหนึ่งไปถูวัตถุก้อนแรก ผิวที่เสียดสีกันจะทำให้เกิดความร้อนขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นมานั้นเกิดขึ้นมาจากการทำให้เข้าไปนั่นเอง ดังนั้นข้อสรุปที่สำคัญมากตรงนี้ก็ถือว่าความร้อน ก็ไม่ใช่สิ่งอื่นใด แต่เป็นรูปหนึ่งของพลังงาน (งาน) นั่นเอง



รูปที่ 2.8 กระบอกสูบบรรจุก๊าซอุดมคติ ที่มักใช้เป็นแบบจำลองในการศึกษา

วิชาอุณหพลศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลองพิจารณากระบอกสูบที่บรรจุไว้ด้วยก๊าซอุดมคติดังรูปที่ 2.8 โดยสมมุติว่าไม่มีแรงเสียดทานระหว่างฝาสูบกับผนังกระบอกสูบเลย จะพบว่าเมื่อกดฝาสูบลงไปแรง ๆ ก็จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นเช่นเดียวกัน ทั้ง ๆ ที่ไม่มีแรงเสียดทานระหว่างฝาสูบกับผนังกระบอกสูบ เพราะเหตุใด? คำตอบก็คือ เพราะเราได้ทำงานให้แก่ระบบ และงานนี้ส่วนหนึ่งได้กลายไปเป็นพลังงานภายในของระบบและอีกส่วนหนึ่งกลายไปเป็นความร้อน

กลับไปพิจารณากระบอกสูบดังรูปที่ 2.8 ณ ที่สถานะสมดุล (กระบอกสูบมีอุณหภูมิ T_0 ความดัน P_0 และปริมาตร V_0) ระบบก๊าซจะมีพลังงานภายใน U ค่าหนึ่ง (มีค่าเท่ากับ NE_k หรือ $\frac{3}{2}NkT$ นั่นเอง) สมมุติว่าเผากระบอกสูบ พลังงานภายในของระบบก็จะเพิ่มขึ้น และอาจจะเกิดงานคือการขยายตัวของกระบอกสูบ จะได้ว่า

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W \quad (2.35)$$

โดยกำหนดให้ Q เป็นบวกเมื่อให้ความร้อนเข้าไปในระบบ และ เป็นลบเมื่อระบบให้พลังงาน ความร้อนออกมาจากระบบ ส่วน W เป็นบวกเมื่อระบบทำงาน(ฝากระบอกสูบถูกดันออก) และเป็นลบเมื่อระบบถูกทำงาน(ฝากระบอกสูบถูกอัดเข้า)

สมการที่ 2.35 คือกฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ กล่าวโดยสรุปก็จะได้ว่า พลังงานภายใน พลังงานความร้อน และงาน เป็นสิ่งที่แปลงรูปกันไปมาได้นั่นเอง

มีประเด็นที่น่าจะต้องทำความเข้าใจเพิ่มเติมก็คือ ปริมาณใดๆ ในทางฟิสิกส์ที่จะสามารถหาอนุพันธ์หรืออินทิเกรตได้นั้น จะต้องเป็นปริมาณที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามคุณสมบัติทางคณิตศาสตร์ ความร้อนกับงานจะมีค่าเปลี่ยนไปตามกระบวนการที่ใช้ ในขณะที่พลังงานภายในเป็นตัวแปรที่ไม่ขึ้นกับกระบวนการ ขึ้นกับสถานะเริ่มต้นกับสถานะสุดท้ายเท่านั้น ตัวแปรที่มีคุณสมบัติแบบหลังนี้ จะเรียกว่าเป็นดิฟเฟอเรนเชียลแท้(exact differential) ในขณะที่ความร้อนและงานไม่ใช่ตัวแปรที่เป็นดิฟเฟอเรนเชียลแท้

ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิ เป็นปริมาณมหภาคที่สำคัญและใช้อธิบายสถานะทาง อุณหพลศาสตร์ แต่ค่าตัวแปรดังกล่าวสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้แบบไม่สม่ำเสมอในระหว่างที่เกิดกระบวนการใดๆ แต่จากการพิจารณากระบวนการผันกลับได้ จะพบว่ากระบวนการดังกล่าวการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นในกระบวนการดังกล่าวอนุพันธ์หรือการอินทิเกรตจะมีความหมายเสมอ

2.2.3 กระบวนการต่าง ๆ ในทางอุณหพลศาสตร์

กระบวนการปริมาตรคงที่ (isochoric process)

เมื่อให้ความร้อนแก่ระบบ สมมุติระบบเป็นกระบอกสูบ และปิดฝากระบอกสูบให้แน่น ซึ่งจะทำให้ปริมาตรของก๊าซไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเป็นเช่นนี้จะแสดงว่าก๊าซไม่ได้ทำงานเลย ดังนั้น $\Delta W = 0$ จากสมการที่ 15.3 จะได้ว่า $\Delta U = \Delta Q$ คือความร้อนที่ให้เข้าไปจะกลายเป็นพลังงานภายในของก๊าซทั้งหมด

ลองพิจารณาความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซในกระบวนการปริมาตรคงที่ จะได้ว่า (สมมุติมีก๊าซอยู่ M กิโลกรัม)

$$C_v = \frac{1}{M} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_v$$

$$\text{ดังนั้น} \quad C_v = \frac{1}{mN} \left(\frac{dU}{dT} \right) \quad (2.36)$$

ทั้งนี้เพราะ $dQ = dU$ ตามที่พิจารณามาแล้ว และ $M = mN$

$$\text{และจาก} \quad U = N \bar{E}_k = N \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} NkT$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2} Nk \quad (2.37)$$

แทนค่า (2.37) ลงใน (2.36) จะได้

$$C_v = \frac{1}{mN} \frac{3}{2} Nk = \frac{3}{2} \frac{k}{m} \quad (2.38)$$

กระบวนการความดันคงที่ (isobaric process)

พิจารณาระบบที่บรรจุก๊าซอุดมคติไว้ในกระบอกสูบ เมื่อให้ความร้อนแก่กระบอกสูบ ฝาสูบจะถูกดันออกไปเนื่องจากการขยายตัวของก๊าซ ดังนั้นงานที่กระทำโดยระบบ (ก๊าซ) ก็จะมีค่าเป็น

$$W = \int_{v_1}^{v_2} P dv = P \Delta v \quad (2.39)$$

แต่จากกฎของก๊าซจะได้ $P \Delta V = - Nk \Delta T$ นั่นคือการที่ก๊าซขยายตัวในขณะที่ความดันคงที่นั้น อุณหภูมิจะลดลง โดยคิดเป็นปริมาณของงานที่เท่ากันพอดี ดังนั้น สมการที่ 2.35 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} Q &= \Delta U - W \\ Q &= \Delta U + Nk \Delta T \end{aligned} \quad (2.40)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกันกับหัวข้อที่ผ่านมา จะหาความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซในกรณีนี้ได้เป็น

$$\begin{aligned}
 C_p &= \frac{1}{M} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_p \\
 &= \frac{1}{M} \left(\frac{dU}{dT} + Nk \frac{dT}{dT} \right) \\
 &= \frac{1}{mN} \frac{dU}{dT} + \frac{k}{m} \\
 C_p &= \frac{k}{m} + C_v
 \end{aligned} \tag{2.41}$$

อัตราส่วนของ C_p ต่อ C_v จะเป็น

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{3}{2} \frac{k}{m} + \frac{k}{m}}{\frac{3}{2} \frac{k}{m}} = \frac{5}{3} \tag{2.42}$$

กระบวนการอุณหภูมิกคงที่ (isothermal process)

ในกรณีก๊าซอุดมคติจะเห็นว่า พลังงานภายในจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อกระบวนการที่พิจารณามีอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงดังนั้นแสดงว่าพลังงานภายในมีค่าคงที่ นั่นคือ $\Delta U = 0$ ดังนั้น จากสมการที่ 15.3 จะได้ว่า

$$Q = -W$$

นั่นหมายความว่าความร้อนที่ให้เข้าไป จะกลายไปเป็นงานทั้งหมด

$$\begin{aligned}
 -W &= \int_{V_1}^{V_2} P dV \\
 W &= - \int_{V_1}^{V_2} \frac{NkT}{V} dV \\
 W &= -(NkT) \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)
 \end{aligned} \tag{2.43}$$

แต่ในกรณีอุณหภูมิกคงที่จะได้ $P_1 V_1 = P_2 V_2$

หรือ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$ ดังนั้นสมการ (2.43) จะเขียนอีกรูปหนึ่งได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

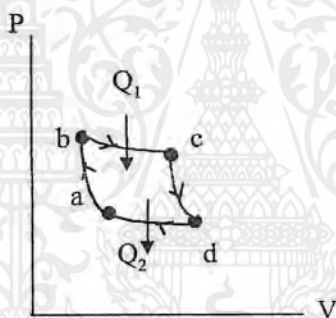
$$W = -NkT \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right) \quad (2.44)$$

กระบวนการความร่อนคงที่ (adiabatic process)

กระบวนการนี้หมายความว่า $Q = 0$ ดังนั้นสมการที่ 2.35 จะได้ $\Delta U = \Delta W$ ในกระบวนการนี้ ถ้าอัดก๊าซจะได้ว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น และถ้าก๊าซขยายตัวออกอุณหภูมิจะลดลง ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ คือการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในนั่นเอง แต่ในการเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวสมมุติว่าไม่เกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้นเลย ($Q = 0$) จะได้ผลตามที่กล่าวมา

2.2.4 วัฏจักรคาร์โนท์ (Carnot cycle)

วัฏจักรคาร์โนท์ จะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องยนต์ที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากเป็นวัฏจักรที่พิจารณาจากกระบวนการผันกลับได้ทั้งหมด พิจารณาไดอะแกรมความดัน-ปริมาตรดังรูป ที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมความดัน-ปริมาตรของวัฏจักรคาร์โนท์

ถ้าในระบบ ดังกล่าวเริ่มต้นที่สถานะ a และ เข้าสู่สถานะ b ตามเส้นทางในรูป จะเห็นว่า ในกระบวนการดังกล่าวก๊าซถูกอัดจากปริมาตรมากไปเป็นปริมาตรน้อย ในกระบวนการดังกล่าวถ้าต้องการประสิทธิภาพสูงสุดหมายความว่างานที่กระทำโดยการอัดก๊าซจะต้องกลายเป็นพลังงานภายในของก๊าซทั้งหมด โดยไม่เกิดความร้อนขึ้นเลย ดังนั้นในกระบวนการนี้ถ้าจะได้ประสิทธิภาพสูงสุดหมายความว่าต้องทำให้เกิดกระบวนการอะเดียเบติก เมื่ออยู่ที่สถานะ b ระบบได้รับความร้อน Q_1 เข้าสู่ระบบ พลังงานความร้อน Q_1 นี้จะต้องกลายเป็นงานทั้งหมด นั่นคือจะต้องไม่แบ่งไปเพิ่มพลังงานภายในให้กับก๊าซเลย กระบวนการดังกล่าวจึงต้องเป็นกระบวนการอุณหภูมิคงที่ (ที่ T_1) จนกระทั่งถึงสถานะ c จาก สถานะ c ไป d ก๊าซเกิดการขยายตัว การขยายตัวหมายถึงระบบเป็นตัวทำงานถ้าจะให้ทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุดหมายความว่างานที่ได้จะต้องไม่กลายเป็นความร้อนเลย นั่นคือช่วงนี้จะต้องเกิดกระบวนการอะเดียเบติก จึงจะได้ประสิทธิภาพสูงสุด เมื่ออยู่ที่สถานะ d ระบบจะคายความร้อนออกปริมาณจะลดลงเพื่อไปสู่สถานะเดิมที่ a การคายความร้อนนี้จะให้ประสิทธิภาพสูงสุดหมายความว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าความร้อนที่คายออกมาจะทำให้ผลกลายไปเป็นงานทั้งหมดโดยไม่มีส่วนใดที่ไปทำให้พลังงานภายในของก๊าซเปลี่ยนแปลง นั่นคือ จะต้องเกิดกระบวนการอุณหภูมิกงที่ (ที่ T_2)

สรุปแล้วคือช่วง ab และ cd เป็นช่วงที่เกิดกระบวนการอะเดียเบติก ส่วนช่วง bc และ da เป็นช่วงที่เกิดกระบวนการอุณหภูมิกงที่ จึงจะให้ประสิทธิภาพสูงสุด

ความจริงแล้วการที่จะเข้าใจวัฏจักรคาร์โนท์ ควรจะทำความเข้าใจกับการทำงานของลูกสูบเครื่องยนต์บ้าง ถ้าเทียบเคียงกันแล้ว ช่วง ab คือช่วงที่คานข้อเหวี่ยงได้ดันลูกสูบเข้าไปทำให้ปริมาตรลดลง เป็นการให้งานจากภายนอกเข้าไป เสร็จแล้วหัวเทียนในกระบอกสูบก็จะจุดระเบิดให้ความร้อนแก่ระบบ ส่วนกระบวนการจาก cd ถึง da เป็นกระบวนการที่เกิดจากผลของสองกระบวนการดังกล่าว

ประสิทธิภาพจะนิยามจาก

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \quad (2.45)$$

เมื่อ W = งานลัพธ์ที่ได้
 Q_1 = ความร้อนที่ให้เข้าไป

ซึ่งจะได้ว่า $W = Q_1 - Q_2$
 ดังนั้น $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

และในวัฏจักรคาร์โนท์นี้ จะได้ว่า

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

หรือ $\frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_1}{T_1}$
 $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (2.46)$

เป็นประสิทธิภาพสูงสุดตามทฤษฎี ในความเป็นจริงจะได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าทฤษฎี

2.2.5 กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์

ในหัวข้อที่ผ่านมา ๆ มา ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงระหว่างงาน พลังงานภายในและความร้อน ซึ่งเป็นกฎที่ว่าด้วยการอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อระบบอยู่ในสมดุลความร้อน โมเลกุลของก๊าซที่อยู่ภายในจะมีการกระจายสะเปะสะปะทั่วไป ซึ่งจะถือว่าก๊าซอยู่ในสถานะที่ไม่เป็นระเบียบที่สุด สมมติว่าออกแรงกระทำต่อฝาสูบ จะทำให้สถานะของก๊าซจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไป และเข้าสู่สถานะสมดุลอันใหม่ในเวลาต่อมา ทุกกระบวนการที่ทำให้ระบบไม่อยู่ในสมดุลความร้อน จะทำให้ก๊าซเกิดการเปลี่ยนแปลงความไม่เป็นระเบียบดังกล่าว แล้วจึงพัฒนาเข้าสู่สถานะความไม่มีระเบียบอันใหม่ สถานะความไม่เป็นระเบียบของระบบจะถูกเรียกว่า **เอนโทรปี** สำหรับกระบวนการผันกลับได้ เอนโทรปีจะนิยาม เอนโทรปีได้จาก

$$dS = \frac{dQ}{T} \quad (2.47)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } dS &= \text{การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีน้อย ๆ} \\ dQ &= \text{การเปลี่ยนแปลงความร้อนน้อย ๆ} \\ T &= \text{อุณหภูมิ} \end{aligned}$$

หรือ

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

การเปลี่ยนแปลงของเอนโทรปีจะขึ้นกับสถานะเริ่มต้นกับสถานะสุดท้ายเท่านั้น ไม่ขึ้นกับเส้นทางของกระบวนการ เอนโทรปีจึงตัวแปรสถานะตัวหนึ่ง

ในกระบวนการอะเดียเบติกแบบผันกลับได้ $\Delta Q = 0$ ดังนั้น

$$dS = 0 \text{ หรือ } S = \text{ค่าคงที่} \quad (2.48)$$

นั่นคือในระบบโดดเดี่ยว ถ้าระบบเข้าสู่สมดุล ที่สถานะสมดุล เอนโทรปีจะมีค่าสูงสุด (ความไม่เป็นระเบียบสูงที่สุด มีการกระจายแบบสุ่มของก๊าซมากที่สุด) ดังนั้นในระบบโดดเดี่ยว กระบวนการจะเข้าสู่สมดุลในทิศทางที่

$$\Delta S \geq 0 \quad (2.49)$$

ดังนั้นกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์จึงกล่าวว่า “ในระบบโดดเดี่ยวกระบวนการผันกลับไม่ได้จะทำให้เอนโทรปีเพิ่มขึ้น ในขณะที่กระบวนการผันกลับได้จะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าเอนโทรปี”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือถ้ากล่าวถึงโดยวางอยู่บนรากฐานแนวคิดในเชิงสถิติจะได้ว่า

“การเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติมีแนวโน้มที่จะเป็นไปในทิศทางที่ระบบจะไร้ระเบียบมาก

ขึ้น”

นอกจากนี้กฎข้อนี้ยังอาจกล่าวถึงได้ ในแง่อื่นดังนี้

“ความร้อนจะไหลจากวัตถุที่ร้อนกว่าไปยังวัตถุที่เย็นกว่าเสมอและจะไม่ไหลกลับทิศทางกัน”

หรือ

“ไม่มีเครื่องจักรกลใดที่สามารถเปลี่ยนความร้อนไปเป็นงานได้ทั้งหมด”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การใช้โปรแกรม Multimedia ToolBook II

3.1 เบื้องต้นของ Multimedia ToolBook II

ToolBook II เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบมัลติมีเดียแอปพลิเคชัน ซึ่งใช้งานบนวินโดวส์เป็นหลัก แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ได้มากมาย เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction หรือ CAI) บทเรียนสำหรับฝึกฝนบุคลากร (Computer-Based Training หรือ CBT) ฐานข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia Database) โปรแกรมที่ให้ข้อมูลแก่ผู้ใช้ตามสถานที่ต่างๆ (Information Kiosks) เช่น ตามศูนย์การค้า สนามบิน สถานีรถไฟ เป็นต้น แอปพลิเคชันต่างๆ เหล่านี้ สามารถใช้งานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เฉพาะบุคคล หรือในเครื่องที่อยู่ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ข้ามโลกโดยผ่านทางอินเทอร์เน็ต

ToolBook II จัดว่าเป็น Authoring tool ที่มีประสิทธิภาพมาก กล่าวคือมันมีความยืดหยุ่นสูงมากเมื่อเทียบกับ authoring tools อื่นๆ โดยที่ ToolBook II มีข้อได้เปรียบ โปรแกรมที่ทำหน้าที่พัฒนาระบบมัลติมีเดียอื่นๆ ที่มีอยู่

ToolBook II มีการทำงาน 2 ระดับคือ ระดับผู้เขียนหนังสือ (Author Mode) เป็นระดับที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพัฒนาระบบมัลติมีเดีย และ ระดับผู้อ่านหนังสือ (Reader Mode) ซึ่งเป็นระดับที่ใช้ในการทดสอบ และส่งโปรแกรมที่เขียนไว้ให้ทำงาน

ToolBook II เป็นโปรแกรมรายอบเจกต์ (Object-Oriented) มีอีเวนต์ไดรฟ์เวน (Event-Driven) ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมรูปแบบใหม่ที่ใช้ในการทดสอบ และตั้งโปรแกรมรูปแบบใหม่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน การเขียนโปรแกรมควบคุมจะสามารถใช้ OpenScript (เป็นภาษาความพิวเตอร์ที่คล้ายภาษาอังกฤษทั่วไป แต่มีประสิทธิภาพสูงมาก) โดยที่การควบคุมการส่งผ่านข้อมูลจะทำตาม

3.2 ลำดับชั้นของออบเจกต์ (Object Hierarchy)

3.2.1 ออบเจกต์ (Object) ประกอบด้วย Button/Field/Graphic เป็นระดับล่างที่สร้างอยู่ใน Page ต่างๆ ของหนังสือแต่ละเล่ม หรือแต่ละแฟ้ม โดยมีออบเจกต์ประเภท Hotword เป็นออบเจกต์ที่เป็น Field เท่านั้น

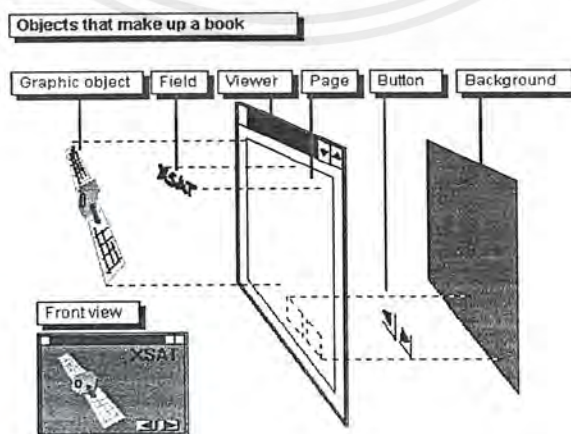
3.2.2 กลุ่ม (Group) คือออบเจกต์ประเภทหนึ่งที่เกิดจากการรวมกลุ่มออบเจกต์ย่อยๆ ให้เป็นกลุ่มเดียวกัน โดยที่ออบเจกต์ย่อยๆ ทุกชิ้นยังคงที่อยู่เช่นเดิม

3.2.3 หน้า (Page) คือระดับจากหน้า (Foreground) ของหนังสือแต่ละหน้า แฟ้มหนังสือหนึ่งเล่มจะประกอบด้วยจำนวนกี่หน้าก็ได้ ออบเจกต์ต่างๆ ที่สร้างขึ้นในแต่นั้นจะอยู่ภายใต้การควบคุมของหน้าหนังสือเป็นอันดับแรก หากหาตัวดำเนินการ (Handler) ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งควบคุมพฤติกรรมของออบเจกต์ต่างๆ ที่สร้างขึ้นในระดับหน้า ไม่พบ ToolBook II ก็จะส่งข้อความ (Message) ไปให้ออบเจกต์ลำดับชั้นถัดไปที่อยู่สูงกว่าเป็นผู้รับคำสั่งไป ปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไป

- 3.2.4 ฉากหลัง (Background) คือฉากหลังของหน้าหนังสือแต่ละหน้า โดยบางหน้าอาจกำหนดให้ใช้ฉากหลังร่วมกันได้ โดยทั่วไปการแสดงผลในระดับฉากหน้าเท่านั้น ไม่ครอบคลุมถึงฉากหลังไว้มากเกินไป จะทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่และสิ้นเปลืองหน่วยความจำโดยใช่เหตุ ดังนั้น จึงต้องมีการออกแบบให้หน้าแต่ละหน้าใช้ฉากหลังร่วมกันให้มากที่สุดเพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากรของระบบ
- 3.2.5 หนังสือ (Book) คือแฟ้มข้อมูลที่สร้างขึ้นและจัดเก็บเป็นไฟล์นามสกุล *.TBK ปกติจะคอยควบคุมการเปิด-ปิดหนังสือในแต่ละเล่มหรือแฟ้มหนังสือในแต่ละไฟล์การเขียนคำสั่งควบคุมออบเจกต์ต่างๆ ด้วยภาษาสคริปต์ในหน้าแต่ละหน้าสามารถที่จะนำมาไว้ในระดับ Book เพื่อให้เกิดการควบคุมได้ อย่างทั่วถึงไม่ต้องคอยเขียนชุดคำสั่งกำกับไว้ทุกหน้า
- 3.2.6 ระบบหนังสือ (System book) คือส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นเพื่อควบคุมระบบของ Book จากผู้ใช้โดยตรงสามารถใช้ ToolBook II เพื่อกำหนดสภาพแวดล้อมโดยรวมให้กับผลงานที่สร้างขึ้นและให้คำสั่งจากไฟล์ Book สามารถเรียกใช้ข้อมูล หรือข้อกำหนดร่วมกันได้ ลักษณะมีทั้งแบบที่เน้นการควบคุมการทำงานของ Book ทั้งไฟล์ได้ตามเงื่อนไข โคลนที่ไฟล์นามสกุล *.SBK นี้เป็น Book ไฟล์หนึ่งเพียงแต่ได้รับการกำหนดให้อยู่ในลำดับชั้นที่สูงกว่า Book เพื่อคอยควบคุม Book ลำดับหนึ่งนั่นเอง ใช้เหมือนกันเพื่อช่วยให้การควบคุมแฟ้ม Book หลายแฟ้มมีคำสั่ง หรือข้อกำหนดเบื้องต้นบางประการเวลาและขั้นตอนในการสร้างชุดคำสั่งภาษาสคริปต์ในการควบคุมได้เป็นอย่างมาก
- 3.2.7 Multimedia ToolBook เป็นขั้นสูงสุดที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของบทเรียน หรือโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้น

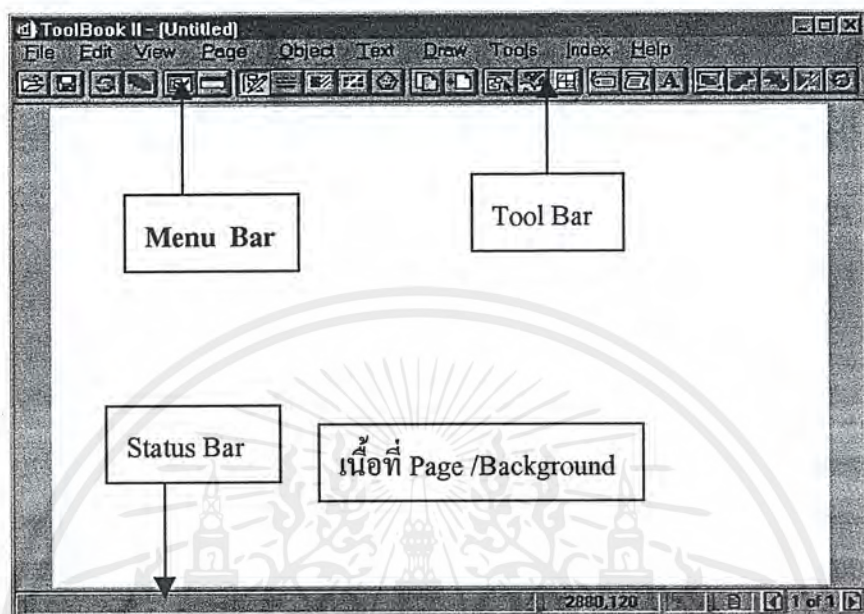


รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของโปรแกรม Multimedia ToolBook

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

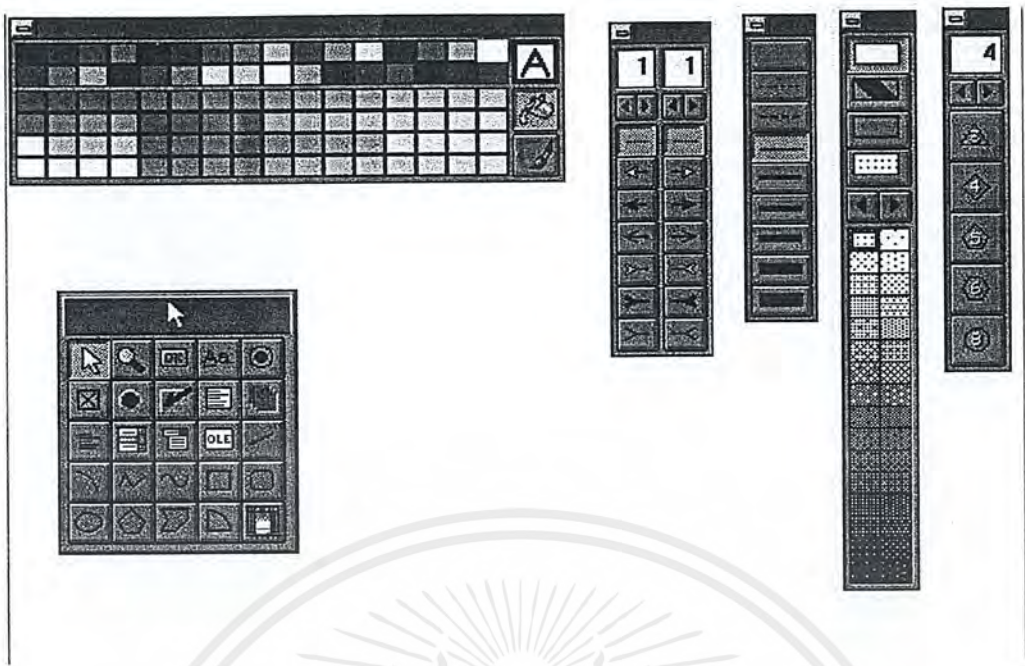
3.3 หน้าต่างต่างๆของ Asymetrix ToolBook II

ToolBook II เป็นโปรแกรมที่มีสถานะแวดล้อมของการเขียนโปรแกรมแบบเสมือนจริง(Vitual Programming Enviroment) หน้าต่างที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังนี้คือ



รูปที่3.2 แสดงหน้าและทูลบาร์ต่างๆของโปรแกรม Multimedia ToolBook

- 3.3.1 บริเวณทำงาน (Work Area) เป็นบริเวณที่ออกแบบเจ็คต์จากการเขียนโปรแกรมของโปร
- 3.3.2 เมอร์จะรวมกับฉากหน้า (Foreground) และฉากหลัง (Background) ของแอปพลิเคชัน
- 3.3.3 แถบเครื่องมือ (Tool Bar) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยไอคอนที่ใช้สำหรับการเข้าถึงเมนูคำสั่งอย่างรวดเร็ว
- 3.3.4 ชุดเครื่องมือ (Tool Palette) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยทูลบาร์ต่างๆ ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้จากเมนู
- 3.3.5 เมนู (Menu) เป็นกลุ่มคำสั่งที่สามารถเข้าถึงได้โดยเมนูบาร์
- 3.3.6 แถบสถานะ (Status Bar) เป็นแถบบอกสถานะของข้อมูลต่างๆ ของ ToolBook II ซึ่งอยู่ด้านล่างของจอภาพ



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องมือต่างๆในโปรแกรม Multimedia ToolBook

3.4 แถบเครื่องมือ (ToolBar)

แถบเครื่องมือจะประกอบด้วยไอคอนของคำสั่งที่มักใช้งานบ่อยครั้งในการทำงานซึ่งได้ออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกให้โปรแกรมเมอร์ แถบเครื่องมือจะประกอบด้วยกลุ่มคำสั่งดังตาราง

คำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
OPEN	เปิดไฟล์ของ ToolBook II
SAVE	บันทึกข้อมูลของไฟล์ที่กำลังทำงาน
Undo	ยกเลิกคำสั่งสุดท้ายที่ทำไปแล้ว
Duplicate	สร้างออบเจกต์ที่เลือกไว้ซ้ำ
Command	แสดงหน้าต่างคำสั่ง
Tool	แสดง/ซ่อน ชุดเครื่องมือ
Line	แสดง/ซ่อน ชุดเครื่องมือเกี่ยวกับเส้น
Pattern	แสดง/ซ่อน ชุดเครื่องมือเกี่ยวกับรูปแบบ
Color	แสดง/ซ่อน ชุดเครื่องมือเกี่ยวกับสี
Polygon	แสดง/ซ่อน ชุดเครื่องมือเกี่ยวกับรูปเหลี่ยม
Background	เปลี่ยนไปสู่การแก้ไขจากหลัง
New Page	สร้างหน้าใหม่
Resource	แสดงรีซอร์สเมเนเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Clips	แสดงคลิปเมเนเจอร์
Viewers	แสดงวิวเวอร์
Properties	แสดงคุณสมบัติของออบเจกต์
Script	เปิดหน้าต่างแก้ไขสคริปต์
Character	แสดงแบบตัวอักษร
Group	รวมกลุ่ม/แยกกลุ่ม ออบเจกต์
Front	นำออบเจกต์ไว้หน้า
Back	นำออบเจกต์ไว้หลัง
Flip	พลิกออบเจกต์ตามแนวนอน
Rotate	หมุนออบเจกต์ไป 90 องศา

ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่ของปุ่มต่างๆใน โปรแกรม ToolBook

3.5 ชุดเครื่องมือ (Tool Palatte)

ชุดเครื่องมือประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับสร้างแผนงาน (Page) อุปกรณ์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์เสมือน (Virtual) ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้จากเมนูการใช้งานสามารถทำได้โดยการคลิก อุปกรณ์ที่ต้องการแล้วนำมาวางบนบริเวณทำงาน

คำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
Select	เลือกออบเจกต์ที่ต้องการ
Magnify	ขยายขนาดของออบเจกต์
Button	วาดปุ่ม
Label Button	สร้างปุ่มป้ายชื่อ
Radio Button	สร้างปุ่มเลือกแบบกลม
Check Box	สร้างปุ่มเลือกแบบสี่เหลี่ยม
Radio Butoon 3D	สร้างปุ่มเลือก 3 มิติแบบกลม
Check Box 3D	สร้างปุ่มเลือก 3 มิติแบบสี่เหลี่ยม
Field	สร้างฟิลด์ข้อความ
Record Field	สร้างฟิลด์ข้อความแบบเรคคอร์ด
Borderless Field	สร้างฟิลด์ข้อความไม่มีขอบ
List Box Field	สร้างฟิลด์ข้อความแบบรายการ
Combo Box	สร้างคอมโบบ็อก
OLE Container	สร้างออบเจกต์ที่เชื่อมโยงแบบ OLE
Line	วาดเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
Arc	วาดส่วนโค้งของวงกลม
Angled Line	วาดเส้นตรงแบบต่อเนื่อง
Curve	วาดเส้นโค้ง
Rectangle	วาดสี่เหลี่ยมมุมฉาก
Rounded Rectangle	วาดสี่เหลี่ยมที่มีมุมโค้ง
Ellipse	วาดรูปวงรี
Polygon	วาดรูปหลายเหลี่ยมที่มีด้านเท่ากัน
Irregular Polygon	วาดรูปหลายเหลี่ยม
Pie	วาดชิ้นส่วนของวงกลม
Stage	วาดสเตจ

ตารางที่ 3.2 แสดงการทำงานของชุดเครื่องมือในโปรแกรม ToolBook

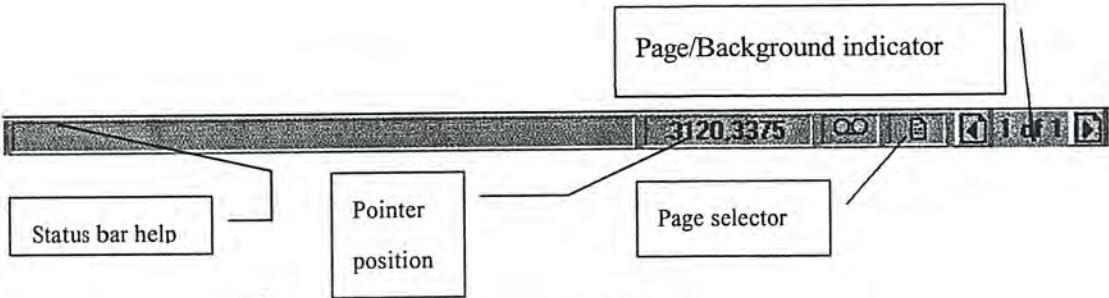
3.6 ระบบเมนูของ ToolBook Instructor

ระบบของ ToolBook II Instructor มีคุณลักษณะที่ควรทราบอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก เมนูจะเปลี่ยนแปลงตามออบเจกต์ที่โปรแกรมเมอร์เลือก เช่น ถ้าเลือกออบเจกต์หลายชิ้น คำสั่ง Group ในเมนูจะพร้อมทำงาน (ตัวอักษรสีดำ) แต่ถ้าเลือกออบเจกต์ชิ้นเดียว คำสั่ง Group ในเมนูจะไม่สามารถใช้ได้ (ตัวอักษรเป็นสีเทา) ประการที่สองเมนูสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของโปรแกรมเมอร์ทั้งในระดับผู้เขียนหนังสือ (Reader) และระดับผู้อ่านหนังสือ (Author)

ใน ToolBook II ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงคำสั่งการทำงานได้หลายวิธี เช่น การเพิ่มหน้าสามารถทำได้โดยเลือก Object , New Page ได้จากเมนูหลักหรือการทำการคลิกที่ไอคอนนิวส์เพจ (New Page) ในแถบเครื่องมือ หรือ พิมพ์คำสั่ง SEND New Page ในคอมมานด์วินโดวส์ (Command Windows) หรือ กดปุ่ม Ctrl + N ซึ่งแต่ละวิธีจะทำให้ได้หน้าใหม่เพิ่มขึ้น

3.7 แถบบอกสถานะ (Status Bar)

แถบบอกสถานะเป็นสีเทา ที่อยู่บริเวณด้านล่างของจอภาพ ใช้ประโยชน์ในการบอกข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับออบเจกต์ต่างๆใน ToolBook II ตำแหน่งของเมาส์เคอร์เซอร์ และยังสามารถควบคุมเลือกเพจที่ต้องการให้แสดง ดังนี้



รูปที่ 3.4 รูปแสดงสถานะของหน้าใน ToolBook

3.8 ตารางการเปรียบเทียบความสามารถ ToolBook II กับ software อื่นๆ

ความสามารถ	ToolBook II	Visual Basic 3	Director 4	Authorware
OLE Support	Yes	Yes	No	Yes
RTF Support	Yes	No	No	Yes
Embedded True Type Fonts	Yes	No	No	No
Hot Words	Yes	No	No	Yes
DBase/Paradox engines	Yes	Yes	No	No
Spell Checker	Yes	No	No	Yes
Full text search and retrieval	Yes	No	No	Yes
Path-base animation	Yes	No	No	Yes
Transition effect between AVI,MCI and non-MCI	Yes	No	Yes	Yes
VBX control	Yes	Yes	No	No

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบความสามารถ ToolBook กับ software อื่นๆ

บริษัทผู้ผลิตคือ Asymetrix ได้เปิดตัวซอฟต์แวร์ Multimedia ToolBook II Instructor พร้อมๆ กับ ToolBook II ซึ่งความจริงแล้ว ToolBook II Instructor เป็นซอฟต์แวร์ที่เพิ่มขยายความสามารถของ ToolBook II ในเรื่องการสร้างแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการฝึกฝน การพัฒนาของ ToolBook นั้นมีมาอย่างต่อเนื่อง ToolBook เป็นซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถใช้แอปพลิเคชันที่ทำงานบน วินโดวส์ โดยมีอินเตอร์เฟสหลายอย่างที่มีประสิทธิภาพในการจัดการกับคำโต้ตอบและเท็กซ์ รวมถึงการใช้ได้กับวินโดวส์ ออบเจกต์ทุกชนิด เช่น เมนูบาร์ ไดอะล็อกบ็อกซ์ คอมโบบ็อกซ์ บัททอนสามมิติ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเฉพาะกับแพลตฟอร์มแต่ละชนิด เช่น วินโดว์ 3.x วินโดว์ 95 / 98 หรือ วินโดว์ เอ็นที 3.5 ขึ้นไปด้วย

3.9 ความต้องการของระบบที่จะใช้ ToolBook II Instructor

- ◆ CPU สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ playback อย่างต่ำที่สุดต้องเป็น 80486-33 MHz และเครื่องที่ใช้สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชัน แนะนำให้ใช้เครื่องที่เป็น Pentium ขึ้นไป
- ◆ หน่วยความจำ (Random Access Memory) อย่างน้อย 8 เมกะไบต์แต่ควรใช้อย่างน้อย 16 เมกะไบต์จะดีกว่า
- ◆ เนื้อที่หน่วยความจำฮาร์ดดิสก์อย่างน้อยควรมีเนื้อที่ว่าง 30 เมกะไบต์ แต่ถ้าเลือกติดตั้งเต็มรูปแบบต้องใช้เนื้อที่หน่วยความจำประมาณ 300 เมกะไบต์
- ◆ การแสดงผลอย่างน้อยจะต้องแสดงได้ 256 สี ที่ความละเอียด 680 x 480 พิกเซล
- ◆ ต้องมีเมาส์ ซีรียอมไคร์ฟ และควรมีขบวนการ์ดและลำโพง
- ◆ เครื่องคอมพิวเตอร์มีระบบปฏิบัติการเป็น วินโดว์ 3.X วินโดว์ 95 / 98 หรือ วินโดว์ เอ็นที 3.5 ขึ้นไป

3.10 การจัดการวิดีโอ กราฟฟิก และเสียง

การนำเอาวิดีโอ กราฟฟิก และเสียงมาใช้ใน ToolBook II ทำได้ง่ายโดยสามารถสร้างแอปพลิเคชันแบบใช้เส้นทางเป็นหลัก โดยไม่จำเป็นต้องเขียนสคริปต์ หรือ จะใช้วิดีโอคลิปสามารถใช้งานในลักษณะของ วิดีโอสำหรับวินโดว์ได้เต็มรูปแบบ การใช้สามารถที่จะเล่นกราฟฟิกและมัลติมีเดียอื่นๆได้พร้อมๆกัน ภายในหน้าต่างเดียว สามารถปรับขนาดและเลื่อนตำแหน่งหน้าต่างได้ตลอดเวลา ใช้แดร็ก และครีอับ การควบคุมข่าว้ของทูลบุ๊ก จะมีตัวควบคุมเสียงภายในตัว สามารถควบคุมการเล่นได้ไปพร้อมๆกับการเล่น วิดีโอหรือแอนิเมชัน โดยควบคุมจากเวลาเป็นหลัก

3.11 ลักษณะที่ช่วยให้พัฒนาแอปพลิเคชันได้เร็วขึ้น

ToolBook II มีโครงสร้างหลายอย่างที่จะช่วยให้ผู้ใช้สร้างผลงานได้เร็วขึ้นได้แก่

- ◆ Auto-Script ที่ผู้ใช้สามารถเลือกออกแบบเจ็ทส์ไลบรารีของออกแบบเจ็ทส์สคริปต์
- ◆ ผู้ใช้จะพัฒนาแอปพลิเคชันได้เร็วเนื่องจากมีสคริปต์เอดิเตอร์แบบบิวท์อิน และมีสคริปต์บั๊กเกอร์สำหรับตรวจสอบความถูกต้อง
- ◆ Script Recorder ซึ่งช่วยบันทึกสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการสร้างเป็นสคริปต์ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ◆ Command Windows ที่ผู้ใช้สามารถพิมพ์คำสั่ง OpenScript ลงไป ให้ทำงานบนอินเทอร์เน็ต แอคทีฟพื้นที่
- ◆ Object browser ที่ใช้แสดงออบเจกต์ทั้งหมดที่อยู่ในรูปแบบโครงสร้างไسرائ์ ผู้ใช้จะเลือกแก้ไขหรือลบออบเจกต์ได้ทันที
- ◆ Shared Script เป็นลักษณะที่ออบเจกต์หลายๆ ชนิดมีความสามารถใช้สคริปต์ร่วมกันได้ โดยไม่ต้องเขียนใหม่ทุกครั้ง
- ◆ Property Editor ช่วยอำนวยความสะดวก ในการจัดการพารามิเตอร์ต่างๆ ของออบเจกต์
- ◆ Automated Book Specialist ที่จะช่วยสร้างโครงสร้างของแอปพลิเคชันพร้อมทั้งงาน ที่มักจะถูกใช้บ่อยๆ ให้เหมาะสำหรับผู้ที่ใช้
- ◆ ใช้ร่วมกับ Internet browser โดยสามารถกำหนด URLs ได้ภายในแอปพลิเคชันที่สร้างจาก ToolBook เอง

3.12 ใช้คอนโทรลของวิซวลเบสิก,DDE,OLE และ DLL สร้างแอปพลิเคชัน

ToolBook II สามารถเรียกใช้คอนโทรลของวิซวลเบสิก (VBX) ผู้ใช้สามารถอิมพอร์ต VBX ต่างๆมาใช้ เช่น ลิสต์บ็อกซ์ ไทม์เมอร์ เกจ กริด เป็นต้น แอปพลิเคชันจึงสามารถสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ DDE , OLE และ DLL ผู้ใช้สามารถแลกเปลี่ยนหรือ เรียกใช้ออบเจกต์ของแอปพลิเคชันชนิดใดๆก็ได้ที่มีอยู่ในวินโดวส์เข้ามาใช้ได้ทันที

3.13 ใช้ภาษา OpenScript

OpenScript เป็นภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ มีคำสั่งให้ใช้งานได้หลายรูปแบบ ในสร้างและการจัดการออบเจกต์ โดยสามารถเชื่อมโยงและเรียกฟังก์ชันได้จาก DLL ของวินโดวส์ คำสั่งของ OpenScript จะเหมือนกับภาษาอังกฤษธรรมดา สามารถเข้าใจได้ง่ายมีลักษณะของออบเจกต์โอเรียนเตด ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชัน ToolBook และใช้ OpenScript ที่มีประสิทธิภาพที่ทัดเทียมกับของ C , C++ หรือ Visual Basic

3.14 ใช้ไฮเปอร์เท็กซ์และดาต้าเบสได้ภายในแอปพลิเคชัน

การสร้างมัลติมีเดียแอปพลิเคชันที่ความจำเป็นต้องใช้ดาต้าเบสและเท็กซ์มาก ทูลบุ๊กสนับสนุนการใช้งานเท็กซ์ชนิด Rich-Text format (RTF) ผู้ใช้สามารถอิมพอร์ตเท็กซ์ชนิดนี้ที่สร้างขึ้นสามารถกำหนดสี ใช้ตัวยกตัวห้อย มีกราฟฟิกผสมได้ มีเอนจินสำหรับใช้ค้นหาคำเดียวหรือสร้างเป็นเงื่อนไขเพื่อค้นหากลุ่มคำก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบคำผิดได้ด้วย

ToolBook มีความสามารถจัดการเกี่ยวกับค่าแบบสไลด์โฟลเดอร์ ผู้ใช้สามารถผนวกข้อมูลจากค่าแบบสไลด์ประเภทต่างๆเข้ามาใช้ในมัลติมีเดียแอปพลิเคชันได้ เช่นประวัติลูกค้าแต่ละราย รายการสินค้าไม่ว่าจะเป็นร้านเล็กๆหรือธุรกิจขนาดใหญ่ก็ตาม ทูลบุ๊กมีบีบีโอเอ็นจินของ Paradox และ dBASE III ให้ใช้ได้ทันทีหรือจะเรียกผ่าน ODBC ก็ได้

3.15 Course Management System (CMS)

Course Management System เป็นระบบที่ใช้ใน ToolBook CBT ที่ช่วยจัดการหลักสูตรการเรียนของนักเรียนแต่ละคน ระบบดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้ใช้ประหยัดเวลาในการพัฒนาแอปพลิเคชันลักษณะนี้ได้เร็วขึ้น CMS ประกอบด้วยยูทิลิตี้ 3 ตัวคือ

3.15.1 ADMIN.EXE เป็นยูทิลิตี้ซึ่งใช้จัดการหลักสูตรการเรียน โปรแกรมล็อกอินใช้งานโดยผู้ดูแลหลักสูตร ซึ่งจะเป็นผู้กำหนดหลักสูตรทั้งหมด กำหนดรายชื่อนักเรียนที่สามารถเข้าใช้งาน โปรแกรม ดูแลข้อมูลที่สำคัญต่างๆของหลักสูตร

3.15.2 STUDENT.EXE เป็นยูทิลิตี้สำหรับนักเรียนแต่ละคนในหลักสูตรจะล็อกอินด้วยพาสเวิร์ดเฉพาะนักเรียนแต่ละคน จะมีข้อมูลเฉพาะ สามารถบันทึกผลการเรียนและความต่อเนื่องในการใช้คอร์สแวร์ได้ โดยมีผู้ดูแลระบบเป็นคนจัดการข้อมูลทั้งหมด

3.15.3 DECRYPT.EXE เป็นยูทิลิตี้ที่ใช้สำหรับถอดรหัสล็อกไฟล์ ซึ่งเป็ไฟล์ที่ใช้เก็บข้อมูลความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในหลักสูตร

3.16 Widget เป็นอุปกรณ์สำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์หลักสูตร

Widget เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างคอร์สแวร์ให้ง่ายขึ้น ความจริง Widget ก็คือออบเจกต์ชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกเตรียมมาให้ประกอบด้วยสคริปต์และพรอพเพอร์ตี้ต่างๆที่ผู้ใช้สามารถเรียกมาใส่เพิ่มไว้ในบู๊ตที่สร้างขึ้นได้โดยไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม เช่น ชุดคำถามที่ใช้สำหรับทดสอบนักเรียนซึ่งมีสคริปต์ที่พร้อมจะรับสิ่งที่นักเรียนตอบมา ตอบสนองด้วยผลลัพธ์ และตรวจคะแนนที่ได้ด้วย

ToolBook II Instructor เตรียม Drag and Drop Widget มาให้มากกว่า 200 ชนิดโดยแยกประเภทได้ คือ Question Type , Action Buttons , Bookmark , 3D layout elements , Data Validation , Media Clip , Navigation , Response Checking , Special Fields , Tools and Examples สำหรับ Question Type สามารถใช้สร้างคำถามได้หลายแบบ เช่น ถูกผิด เลือกข้อที่ถูกที่สุด จับคู่ เติมคำตอบในช่องว่าง เป็นต้น พารามิเตอร์ที่ใช้ของคำถามอาจเป็นคะแนน คำถามที่ถ่วงน้ำหนัก ค่าสูงสุดที่จำกัดเวลาในการตอบ และการสุ่มคำถามนอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถดัดแปลง Widget ที่มีอยู่ให้มีรูปแบบตามที่ต้องการและเก็บไว้ใช้ได้ภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.17 ความสามารถที่เพิ่มขึ้นของ ToolBook II Instructor จากเวอร์ชันเก่า

- ◆ ปรับปรุงภาพกราฟฟิกใน Bitmap Resource
- ◆ ในเวอร์ชัน 4.0 สามารถ import ไฟล์กราฟฟิกชนิด BMP เพียงชนิดเดียวเข้าไปใน Bitmap Resource ได้เท่านั้น แต่ใน ToolBook II Instructor สามารถ import ไฟล์กราฟฟิกชนิด GIF และ JPEG ได้อีกด้วย นอกจากนี้ ยังสามารถนำ Bitmap Resource ไปใช้เป็นภาพใน tiled backdrop ได้ ToolBook II Instructor ยังได้เพิ่ม option ของ chromakey เมื่อท่านได้เลือกใช้ Use Chromakey และกำหนด Key Color เป็นสีใดแล้วสีนั้นจะมีลักษณะโปร่งใส
- ◆ สามารถเข้าสู่อินเทอร์เน็ต โดยเลือกใช้แอปพลิเคชันในอินเทอร์เน็ตได้ 4 วิธีด้วยกันคือ
- ◆ เก็บเป็นไฟล์ HTML ซึ่งอาจประกอบด้วย Java applets ซึ่งสามารถเล่นในเครื่องคอมพิวเตอร์ platform ต่างๆ ได้ไม่ว่าจะเป็น พีซี แมคอินทอช หรือยูนิกซ์ มีวิธีการใช้โดยเลือก Export จากเมนูไฟล์ ToolBook II Instructor จะสร้าง WebBook ที่ประกอบด้วย WebPage เท่ากับจำนวนหน้าในไฟล์ *.TBK ต้นฉบับโดยที่ตัวอักษรทั้งหมดจะถูกแปลงไปเป็นตัวอักษรในแบบ HTML ภาพที่เป็น Bitmap จะถูกแปลงเป็นไฟล์แบบ GIF ส่วน Internet enabled widgets จะถูกแปลงไปเป็น Java applets WebBook ที่ถูกสร้างขึ้นนี้สามารถอ่านได้ด้วย Web Browsers ใดๆใน Computer platform ต่างๆได้บนอินเทอร์เน็ต
- ◆ เก็บไฟล์แบบ *.TBK แบบดั้งเดิม แต่เล่นเป็นวินโดว์หนึ่งใน Web Browsers โดยอาศัยการติดตั้ง Neuron ซึ่งเป็น Netscape Plug-in ในเครื่องพีซีที่มีระบบปฏิบัติการเป็นแบบวินโดว์
- ◆ เป็นการผสมผสานระหว่างซีดีรอมกับไฟล์ HTML โดยเก็บมีเดียที่มีขนาดใหญ่ในซีดีรอม และเก็บข้อมูลหรือโปรแกรมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อยๆ ในไฟล์ HTML ซึ่งสามารถอัปเดตได้โดยง่าย
- ◆ สามารถเรียกใช้ฟังก์ชัน 32 บิต ที่อยู่ใน Dynamic-Link Libraries (DLL) ได้โดยการใช้ Control structure ใหม่ใน OpenScript ที่เรียกว่า LinkDLL32 ตัวอย่างเช่น ถ้าท่านต้องการใช้ open file dialog ที่แสดงชื่อไฟล์อย่างยาว(Long file name) ท่านสามารถใช้ฟังก์ชัน openFileDlg32() ได้โดยง่าย เนื่องจาก system ของฟังก์ชันนี้เหมือนกับฟังก์ชัน openFileDlg() ของวินโดวส์

3.18 Tool อื่นๆ ของ ToolBook II Instructor

เครื่องมือหรือ tools อื่นๆที่เอื้ออำนวยความสะดวกและเร่งการพัฒนาแอปพลิเคชันของ ToolBook II Instructor ส่วนใหญ่จะเหมือนกันกับของ Multimedia ToolBook 4.0 CBT Edition ที่น่าสนใจ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ◆ Visual Basic Extension (VBX) controls ซึ่งทำให้ ToolBook II สามารถเรียกใช้ VBX control ต่างๆ ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดได้
- ◆ Object Browser ซึ่งเอื้ออำนวยความสะดวกในการดู Object ต่างๆ ใน page และ background รวมทั้ง Viewer ด้วย
- ◆ OpenScript เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่คล้ายภาษาอังกฤษทั่วไปแต่มีประสิทธิภาพสูงมาก
- ◆ Shared Scripts Resource ซึ่งเอื้ออำนวยความสะดวกในการใช้ Script เดียวกันใน Object หลายๆอันได้ ทำให้สะดวกต่อการปรับปรุงแก้ไข และยังช่วยประหยัดหน่วยความจำอีกด้วย
- ◆ Script Remover เป็นยูทิลิตี้ที่ช่วยดึงส่วนที่เป็นเท็กซ์ซึ่งเก็บอยู่ในแอปพลิเคชันออกได้แก่ ส่วนสคริปต์ทั้งหมด แอปพลิเคชันที่ผ่านกระบวนการจะเหลือแต่โค้ดที่พร้อมจะทำงานเท่านั้น ช่วยป้องกันไม่ให้คนอื่นมาเรียกดูหรือแก้ไขสคริปต์ที่เขียนไว้ และยังช่วยลดขนาดไฟล์ให้เล็กลงอีกด้วย
- ◆ Course Management System จะช่วยในการพัฒนาซอฟต์แวร์ช่วยสอนในหลักสูตรการศึกษาใดๆ ให้ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสียเวลาน้อย Widget ที่ ToolBook II เตรียมให้มียากกว่า 200 ชนิด สามารถดึงเข้ามาใช้ได้ทันที
- ◆ มี Palette Optimizer ที่ช่วยลดความคลาดเคลื่อนของสีระหว่างมัลติมีเดียขอบเจ็กต์
- ◆ Auto-Scripts ช่วยเร่งการพัฒนาโปรแกรมให้เร็วขึ้นโดยไม่ต้องเขียนสคริปต์และยังมี Auto-Script Editor สำหรับการเขียน Auto-Script ให้ตนเองหรือคนอื่นใช้ในภายหลังได้
- ◆ Automated Book Specialist ช่วยในการสร้าง Book ใหม่ๆ ในเวลาอันสั้นโดยอาศัย templates
- ◆ Path animation คือการทำภาพเคลื่อนที่ของ Object โดยการกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ด้วยการใช้เมาส์คลิก
- ◆ Viewers เป็น ToolBook Object ที่เพิ่มขีดความสามารถในการนำเสนอ page ต่างๆของไฟล์ TooBook อย่างมาก เช่น ทำให้สามารถแสดงได้มากกว่าหนึ่งวินโดว์ใน instance เดียวกันของ ToolBook ได้
- ◆ Text utilities เช่น full text search , spell checker , embedded fonts

3.19 การจัดภาพใน ToolBook

การแสดงผลวัตถุประเภทรูปภาพใน ToolBook มีลักษณะบางประการ จึงจัดแยกอธิบายไว้เป็นบทต่างหาก เพื่อให้การจัดการแสดงผลรูปภาพเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติการแสดงผลรูปภาพต่างๆ ใน ToolBook จะมีการกำหนดคุณสมบัติของรูปภาพได้ 2 ลักษณะคือ แบบที่เป็น Picture และแบบที่เป็น PaintObject นอกจากนี้ยังสามารถเรียกดูภาพได้จากคำสั่ง Clip ในเมนู Object อีกด้วย

3.19.1 Picture

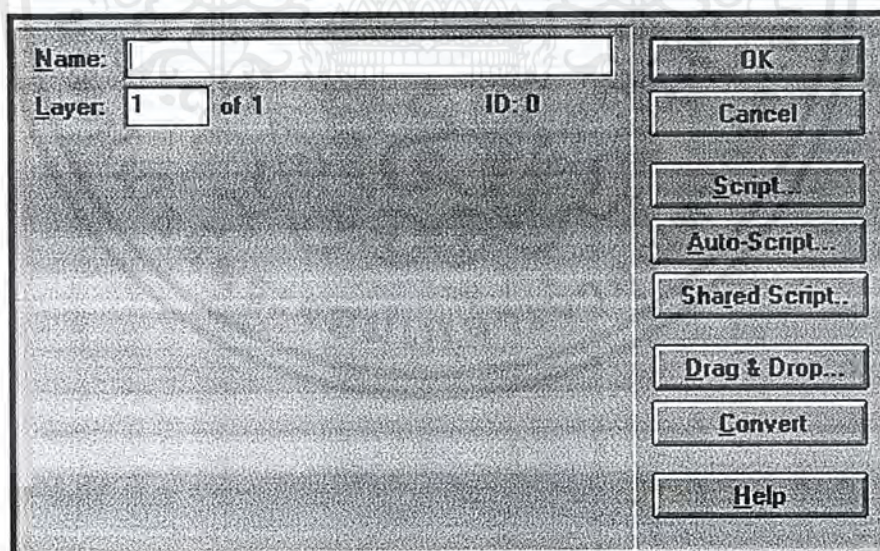
ToolBook มองภาพที่ผู้เรียกใช้มาแสดงบนพื้นที่ทำงานด้วยคำสั่ง Import ว่าเป็น Picture โดยดูจากเทคโนโลยีการจัดเก็บรูปภาพนั้นๆ

เทคโนโลยีการจัดเก็บที่ ToolBook มองเป็น Picture คือเทคโนโลยีจัดเก็บแบบ Vector ซึ่งเป็นการจัดเก็บรูปภาพที่บันทึกรายละเอียดของจุดเส้นและรูปร่าง

ไฟล์ในนามสกุลรูปภาพที่ ToolBook มองเป็น Picture ได้แก่ WMF (Window Metafile) , EPS (Encapsulated PostScript) , CGM (Computer Graphics Metafile) , TIF (Tagged Image File Format)

3.19.1.1 การกำหนดคุณสมบัติของ Picture

เมื่อสั่ง Import รูปภาพที่มีนามสกุลเป็น WMF , TIF จากเมนู Edit จะได้ภาพที่ต้องการปรากฏบนพื้นที่ทำงานของ ToolBook และ ToolBook จะกำหนดให้เป็นภาพประเภท Picture ให้เองโดยอัตโนมัติ ซึ่งเราสามารถกำหนดจากเมนู Object (ต้องเลือกภาพที่จะนำเข้ามาให้ปรากฏเป็นสี่เหลี่ยมเล็กๆสีขาวตรงมุมของภาพเสียก่อน)



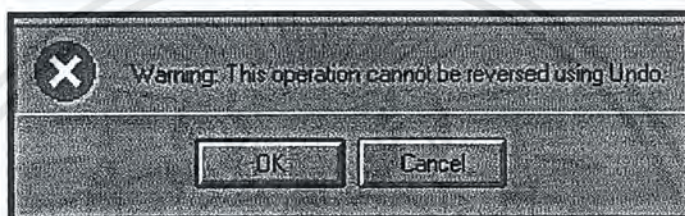
รูปที่ 3.5 แสดงการกำหนดคุณสมบัติของภาพ

- Name ชื่อวัตถุที่ใช้เรียกอ้างอิงในภาษาสคริปต์
- Layer ลำดับชั้นของวัตถุ
- Transparent ให้โปร่งใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- User Windows Colors ใช้ค่าสีจากระบบวินโดวส์
- Convert แปลงภาพให้เป็น Pictures Object ปกติการแสดงผลภาพที่สร้างด้วยเทคโนโลยีแบบ Vector Raster หรือเรียกโดยทั่วไปว่าแบบ Bitmap จะมีอัตราการแสดงผลได้เร็วกว่าแบบ Vector เมื่อนำภาพแบบ Vector เข้ามาแสดงผลใน ToolBook จัดให้เป็น Picture นั้น ToolBook เสนอตัวเลือกให้มีการแปลงจาก Picture ไปเป็น PaintObject หรือจากแบบ Vector เป็น Bitmap เพื่อให้แสดงผลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

แต่การแปลงภาพจาก Picture ไปเป็น Bitmap นี้จะยกเลิกด้วยคำสั่ง Undo ในเมนู Edit ไม่ได้ ToolBook จึงเตือนก่อนเพื่อรับคำยืนยันจากผู้ใช้



รูปที่ 3.6 แสดงคำเตือนว่าไม่สามารถทำ Undo ได้

เมื่อคลิกปุ่ม OK ภาพที่เป็น Picture จะกลายเป็น PaintObject ทันที

คำเตือน เมื่อแปลงภาพจาก Picture เป็น PaintObject แล้ว การปรับขนาดภาพจะทำได้ยากต่อไป หมายความว่า การปรับขนาดภาพจะไม่เป็นแบบ True Type คือ ไม่ครอบคลุมหมดทั้งภาพ เช่น หากจับภาพย่อส่วน การย่อส่วนจะไม่ครอบคลุมทั้งภาพ ดังนั้นก่อนสั่งแปลงภาพ จึงควรปรับขนาดของภาพให้เหมาะสมเสียก่อน

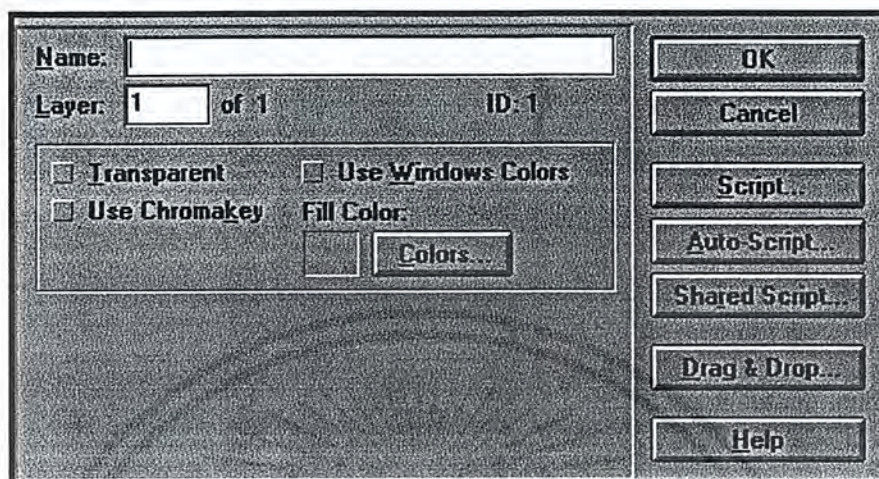
3.19.2 Paint Object

ToolBook มองภาพที่จัดเก็บด้วยเทคโนโลยี Bitmap หรือ Raster Format ซึ่งเป็นเทคนิคการบันทึกจุดทุกจุดที่ประกอบขึ้นเป็นภาพ ว่าเป็น Paint Object ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น bmp หรือ dib เทคนิคการจัดเก็บด้วยวิธีนี้จะกินเนื้อที่มากกว่าแบบ Vector เนื่องจากจะต้องบันทึกรายละเอียดของจุดทุกจุด จุด(มีหน่วยเป็นพิกเซล) นั้นเอง แต่ในปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีการบีบอัดมาช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว การเรียกใช้ภาพที่บันทึกแบบนี้มีข้อดีตรงที่การแสดงผลเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือ ToolBook จะปรับขนาดไม่ได้อีกแล้ว

3.19.3 การกำหนดคุณสมบัติของ Paint Object

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

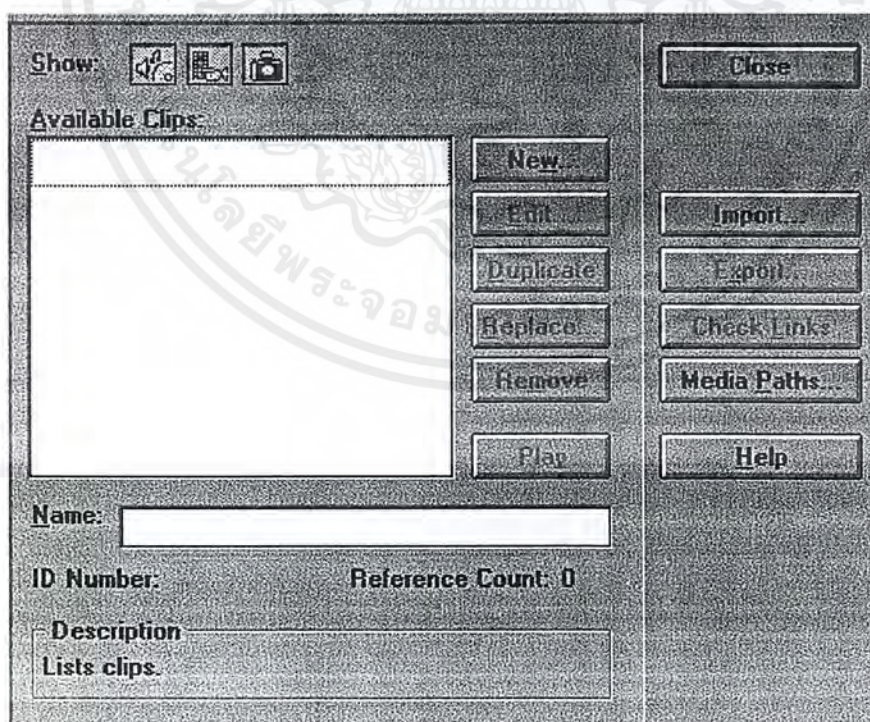
รูปภาพประเภทนามสกุล bmp หรือ dib ตลอดจนภาพ Picture ที่ผ่านการแปลงให้เป็น Paint Object แล้วจะมีกรอบคุณสมบัติให้กำหนดได้ดังรูป



รูปที่ 3.7 แสดงการกำหนดคุณสมบัติของ PaintObject

3.20 การสร้าง Clip Image

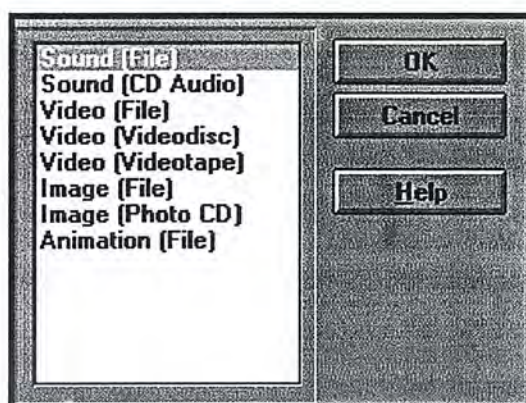
การเรียกใช้ Clip Manager จาก Clip ในเมนู Object จะปรากฏการโต้ตอบดังรูป



รูปที่ 3.8 แสดงการสร้าง Clip Resource

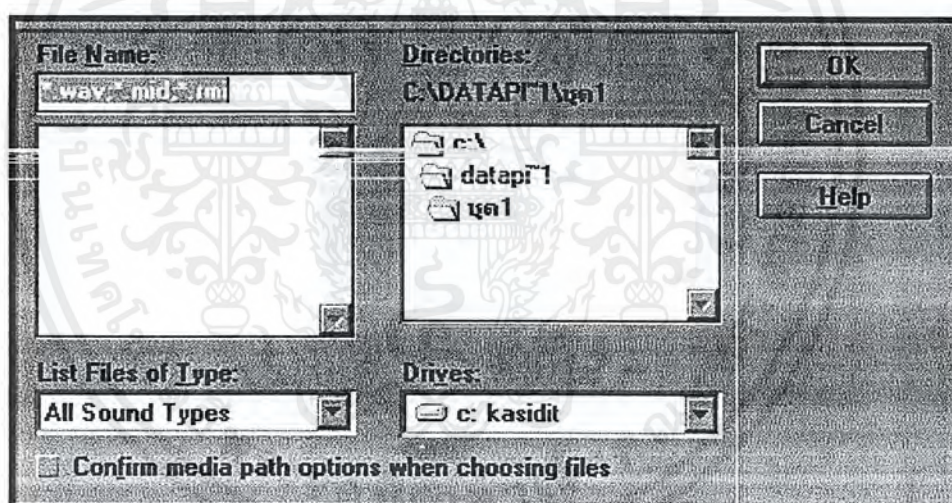
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคลิกปุ่ม New จะได้กรอบโต้ตอบดังรูป



รูปที่ 3.9 แสดงกรอบ Choose Source Type ใน Clip Resource

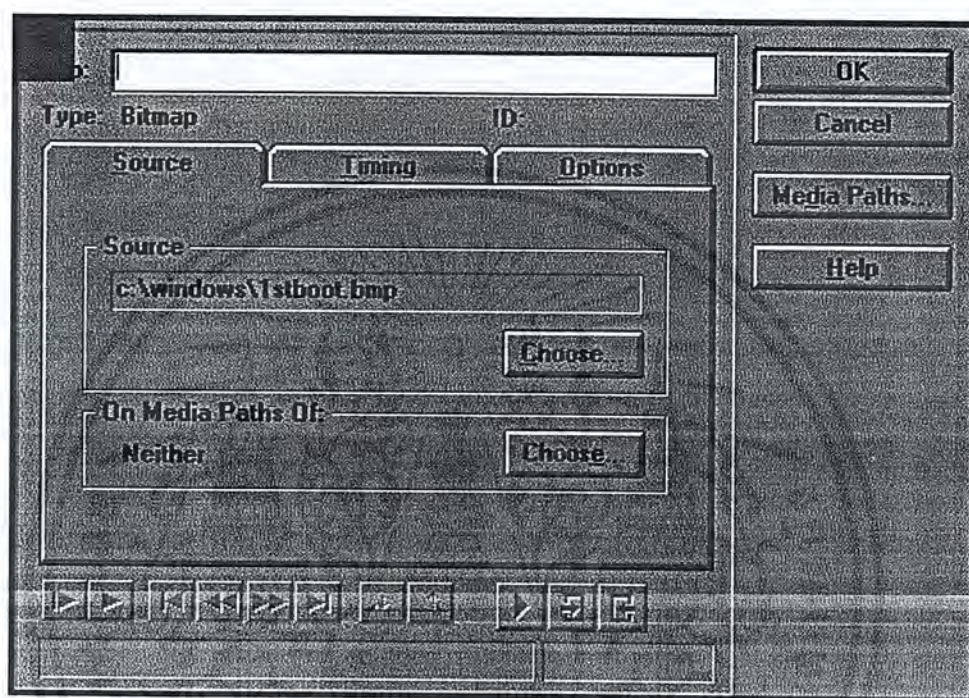
เลือก Source Type คือ Image(File) ตามประเภทของสื่อที่ต้องการติดต่อจะปรากฏกรอบโต้ตอบอีกชั้นดังรูป



รูป 3.10 แสดงกรอบการเลือก Source file ใน Clip Resource

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกประเภท Media ที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้ ToolBook จะไม่แยกว่าเป็น Media นามสกุลใด เนื่องจากไม่ต้องบันทึกไฟล์ที่เลือกลงในพื้นที่ทำงานของไฟล์หนังสือ การเลือกไฟล์ในขั้นตอนนี้ ToolBook จะบันทึกเส้นทางของไฟล์ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นไครฟ์ ไคลเร็กทอรีหลักหรือย่อยทั้งหมด เมื่อมีการเรียกใช้ให้แสดงผลบนจอภาพ ToolBook ก็จะใช้เส้นทางที่กำหนดไว้มาเรียกใช้ เมื่อได้ Media ที่ต้องการแล้วให้คลิกปุ่ม OK ก็จะพบกับกรอบโต้ตอบดังรูป

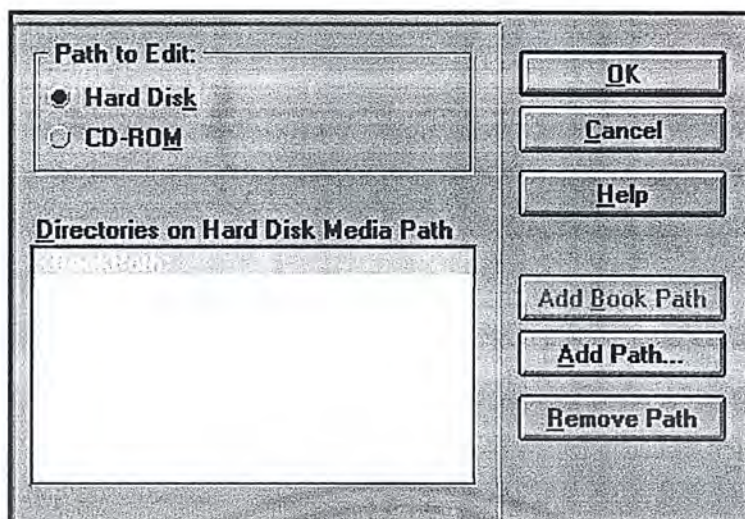


รูปที่ 3.11 แสดงกรอบผลการเลือก Clip

Clip พิมพ์ชื่อของ Clip ที่ใช้ในการอ้างอิงด้วยภาษาสคริปต์ หากไม่ใส่จะต้องอ้างอิงด้วยเลขหมายประจำวัตถุแทน

Type โปรแกรม ToolBook จะระบุว่าภาพที่เลือกเป็น Bitmap ทุกครั้งไม่ว่าภาพนั้นจะนามสกุลอะไรก็ตาม source แหล่งที่มา ToolBook จะจำแหล่งที่มาของไฟล์ภาพหรือไฟล์ของสื่ออื่นๆ ไว้ให้ และจะใช้ค่าที่เก็บไว้เป็นสิ่งที่อ้างอิงเมื่อมีการใช้คำสั่งให้แสดงผลบนจอภาพในลำดับต่อไป หากต้องการเปลี่ยนภาพในตอนนี้ให้คลิกปุ่ม Choose และเลือกภาพที่ต้องการ

On Media Paths Of หากต้องการให้เรียกใช้ไฟล์จากสื่ออื่นๆ เช่น CD-ROM หรือจากฮาร์ดดิสก์ แต่เปลี่ยนไคลเร็กทอรี ให้คลิกปุ่มนี้ หากโปรแกรมแจ้งว่าไม่มีสื่อชนิดอื่นให้เลือกจึงคลิกปุ่ม Media Paths ซึ่งจะได้ออกกรอบโต้ตอบดังนี้



รูปที่ 3.12 แสดงกรอบการเลือกเส้นทางของ Media

Path to Edit เส้นทางที่จะปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม มี 2 ประเภทคือ Hard Disk และ CD-ROM

Directories on Hard Disk Media Path ใช้ค่าที่ได้รับจาก Path to Edit หากเป็น CD-ROM ตรงนี้จะเปลี่ยนเป็น Directories on CD-ROM Media Path

<Book Path> ค่าปัจจุบันใช้พาท (Path) ของไฟล์ Book

Add Book Path เพิ่มพาทให้กับ Book (จาก <Book Path>)

Add Path เพิ่มพาท

เมื่อได้ภาพที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม OK เพื่อกลับไปที่หน้าหนังสือของ ToolBook หากต้องการทดสอบการแสดงผลของภาพที่เรียกไว้ Mmplay ดังนี้

- กดปุ่ม Shift + F3 เรียก Command Window พิมพ์ข้อความต่อไปนี้
mmplay clip “ “

3.21 Resource Bitmap

คำสั่ง Resource ในเมนู Object เป็นคำสั่งที่สามารถนำมาใช้เรียกรูปภาพเฉพาะนามสกุล Bitmap มาแสดงผลได้ด้วยเช่นกัน วิธีการเรียกจะเหมือนกับการเรียกใช้ Clip Manager ในกรณีของ Clip Image แต่คำสั่งที่ใช้เรียกจะเปลี่ยนจาก mmplay clip ตามด้วยชื่อ Resource ที่ตั้งขึ้นมาเป็น mmshow bitmap ตามด้วยชื่อที่ตั้งให้กับภาพที่เรียกใช้ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

- mmopen bitmap ชื่อ Resource ที่ตั้งไว้ หรือจะระบุด้วย ID ก็ได้ เช่น mmopen bitmap “sample” หมายถึงให้เปิดไฟล์ ที่ sample ที่ได้กำหนดไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- mmshow bitmap “sample” ให้แสดงผล ตามที่ได้ตั้ง mmopen bitmap เป็นไว้แล้ว คำสั่ง mmopen bitmap จะแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถแสดงผลได้ เนื่องจากยังไม่ได้มีการสั่งเปิดไฟล์จาก Resource
- คำสั่ง mmshow นี้สามารถใช้ได้กับ Clip รูปภาพที่เรียกจากคำสั่ง Clip ได้ อีกด้วย โดยมีคำสั่งดังนี้

mmshow clip “book”

หมายถึง ให้แสดง clip ชื่อ book เป็นภาพที่อาจไม่ได้มีฟอร์แมต เป็น Bitmap ก็อาจเป็นไฟล์ประเภท Vector อย่าง *.wmf ก็ได้

3.22 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง Clip Image กับ Resource Image

Resource Image	Clip Image
ภาพที่ได้จากการเรียกใช้ด้วย Resource จะใช้ได้เฉพาะกับภาพประเภท Bitmap เท่านั้น	ภาพที่ได้จากการเรียกด้วย Clip มีได้หลายนามสกุลทั้งประเภท Bitmap และ Vector
ข้อมูลภาพที่ได้จะถูกฝังไว้ในไฟล์ ทำให้สามารถเรียกใช้ภาพนี้จากที่ใดๆ ได้ทุกครั้ง	ภาพที่ได้ยังเป็นไฟล์ External source หากมีการลบภาพต้นฉบับ หรือเปลี่ยนสถานที่เก็บ คำสั่ง mmplay clip จะไม่สามารถแสดงผลได้จนกว่าจะมีการระบุเส้นทางของไฟล์ภาพที่ต้องการ
ก่อนสั่งให้แสดงผลด้วยคำสั่ง mmshow bitmap จะต้องสั่งเปิด Resource ด้วยคำสั่ง mmopen bitmap ทุกครั้ง	ไม่จำเป็นสามารถสั่งให้แสดงผลด้วยคำสั่ง mmplay clip ได้ทันที
ไฟล์ *.tbk จะโตมากขึ้นเมื่อมีการเรียกใช้ Image ด้วยคำสั่ง Resource เปรียบเทียบเสมือนกับการเรียกใช้คำสั่ง Import Graphic จากเมนู File	ไฟล์ *.tbk จะไม่โตเนื่องจากภาพที่ผ่านการเรียกใช้ด้วยวิธีนี้ยังเป็นภาพ External source ไม่ได้ถูกฝังไว้เป็นส่วนหนึ่งในวัตถุถาวรในไฟล์ *.tbk

ตารางที่ 3.4 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง Clip Image กับ Resource Image

บทที่ 4

การใช้งานโปรแกรม 3D STUDIO MAX 2.5

“3D Studio MAX 2.5” เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างงาน 3 มิติแบบ Animation ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท Kinetix โปรแกรม 3D Studio MAX เวอร์ชันนี้สามารถรันได้บน Windows 95 และ Windows NT ซึ่งในเวอร์ชันก่อนๆจะสามารถรันได้แต่เฉพาะบน Windows NT เท่านั้น ทำให้ 3DMAX นี้เริ่มใช้กันกว้างขวางมากขึ้นในผู้ใช้ระดับ Home PC ทั่วไป

3D Studio MAX 2.5 ไม่ใช่โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนรูป หากแต่ 3DMAX เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างวัตถุ 3 มิติขึ้นมาจริงๆ และด้วยประสิทธิภาพที่สูงขึ้นอย่างมากในหลายๆด้านทั้งการสร้าง Model (รูปทรง 3 มิติ) รูปแบบของพื้นผิววัตถุที่มากขึ้น การคำนวณสภาพการชนของวัตถุ (Simulation) และคำสั่งที่เพิ่มขึ้นมากเมื่อเทียบกับ 3DMAX ในรุ่นแรกๆ ทำให้เราสามารถขึ้นรูปทรง 3 มิติ ด้วยการใช้เมาส์ในการสร้างได้ตามจินตนาการของเรา อีกทั้งยังสามารถกำหนดพื้นผิวให้วัตถุได้อย่างไร้ขอบเขตจำกัด

โปรแกรม 3DMAX นั้นสามารถทำงานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ต้องมีความสามารถสูงมากนัก จึงสามารถใช้กับเครื่อง PC ระดับที่เราใช้กันอยู่ได้ โดย 3DMAX สามารถรันได้ทั้งบน Windows NT4, Windows 95 และ Windows 98

ความต้องการด้านฮาร์ดแวร์ที่สามารถรัน 3DMAX ได้นั้นจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผล (Processor) ของเครื่องต้องมีความเร็ว 150 MHz ขึ้นไปและจะต้อง Compatible กับ Intel
- หน่วยความจำแรม (RAM) ของเครื่อง ควรจะมีอย่างน้อย 64 MB ขึ้นไป
- มีเนื้อที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์สำหรับสร้าง Swap File (ไฟล์เก็บข้อมูลชั่วคราวในขณะที่โปรแกรมทำงาน) ขึ้นต่ำ 200 MB
- การ์ดแสดงผล (Graphic Card) สามารถทำงานได้ที่ความละเอียดจอภาพ 800×600 จุด ที่ 256 สีเป็นขั้นต่ำ ซึ่ง 3DMAX สนับสนุนการทำงานของการ์ดเร่งความเร็ว การ์ดแสดงผลบนจอภาพ (Graphics Accelerator) ที่สนับสนุนมาตรฐานกราฟฟิก OpenGL และ Direct 3D
- เครื่องอ่านแผ่น CD-ROM

ซึ่งนอกจากฮาร์ดแวร์ขั้นพื้นฐานแล้ว 3DMAX ยังสามารถต่อพ่วงอุปกรณ์อื่นๆได้อีก เช่น Sound Card, การ์ดแสดงผล Video Input Output และ Joystick เป็นต้น

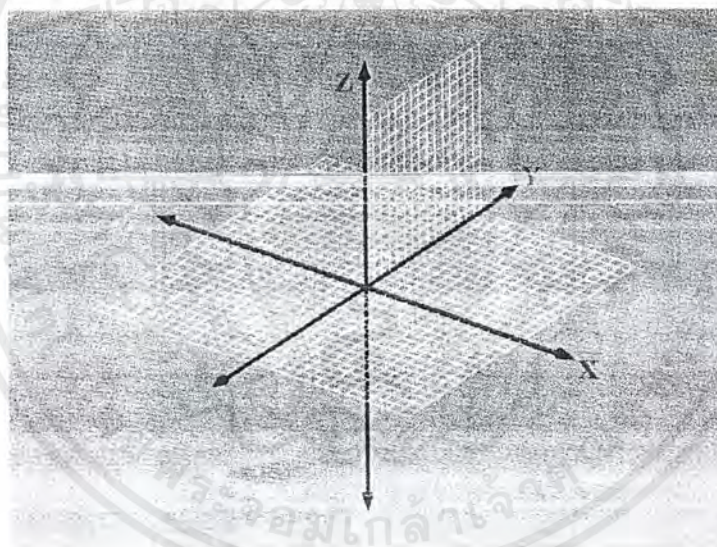
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 วัตถุ 3 มิติ

เราสามารถสร้างวัตถุ 3 มิติใน 3DMAX ได้ ซึ่งวัตถุบางชิ้นอาจขึ้นทรงเริ่มต้นจากเส้น 2 มิติ (2D) ได้ โดยเส้น 2 มิติ หรือวัตถุ 3 มิตินั้น ใน 3DMAX จะถือว่าเป็นวัตถุทั้งชิ้น ดังนั้นภาพที่แสดงในจอภาพของ 3DMAX จะเปรียบเทียบกับได้กับการสร้าง หรือปั้นวัตถุขึ้นมา ไม่ใช่เพียงแค่ภาพวาดเท่านั้น เพียงแต่วัตถุที่เราสร้างขึ้นนั้นจะอยู่ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งเราสามารถหมุนวัตถุ หรือเลื่อนกล้องเพื่อดูส่วนต่างๆ ของวัตถุที่เราสร้างขึ้นได้รอบตัว

4.1.1 หลักการอ้างอิงตำแหน่งของวัตถุ

ระบบแกนโคออร์ดิเนต (Coordinate) ใน 3DMAX นี้จะเป็นระบบคาร์ทีเซียน (Cartesian) ซึ่งอ้างอิงจุดสามจุดในแนวแกน X,Y และ Z โดยนับจุดตัดกันของทั้ง 3 แกนเป็นจุดเริ่มต้นของระบบแกนโคออร์ดิเนต จะมีโคออร์ดิเนต (0,0,0) ณ จุดต่างๆใน 3D Space เราสามารถอ้างอิงได้ว่าจุดนั้นห่างจากแกน X กี่หน่วย แกน Y กี่หน่วย แกน Z กี่หน่วย ซึ่งระยะห่างจากแกนแต่ละแกนนี้จะเป็นค่าที่กำหนดตำแหน่งของจุดที่อยู่ใน 3D Space ได้ทุกตำแหน่ง



รูปที่4.1 แสดงแกนโคออร์ดิเนตใน 3D Space

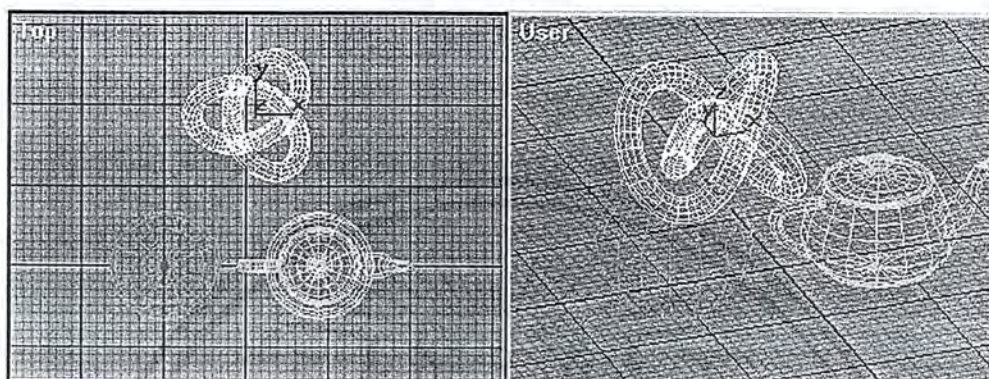
ในการบอกตำแหน่งของวัตถุใน 3D Space ซึ่งกำกับจุดต่างๆด้วยระบบแกนคาร์ทีเซียนแล้วทำให้เราสามารถรู้ตำแหน่งจุดต่างๆเทียบกับจุดกำเนิดแกน (Origin) ที่จุด $X=0, Y=0, Z=0$

4.1.2 ขนาดของวัตถุ

การกำหนดขนาดของวัตถุที่เราจะสร้างขึ้น โดยปกติเราจะต้องกำหนดจุดวางตำแหน่งของวัตถุ และกำหนดขนาดของวัตถุที่ต้องการสร้าง เช่น การสร้างวัตถุทรงกลมเราจะต้องวางตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลม จากนั้นจะกำหนดรัศมีที่มีขนาดเป็นหน่วยของแกนคาร์ทีเซียน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทำความเข้าใจกับส่วนประกอบของวัตถุ 3 มิติ

พื้นฐานของรูป 3 มิติใน 3DMAX เป็นรูปแบบของ Mesh Object คือโครงสร้าง 3 มิติลายเส้น วัตถุ 3 มิติที่ถูกเขียนขึ้นทั้งหมดจะเกิดจากการประกอบกันของแผ่นสี่เหลี่ยม และแผ่นสามเหลี่ยมเล็กๆ มาประกอบกันเป็นวัตถุที่ซับซ้อนขึ้น



รูปที่4.2 แสดงการประกอบของแผ่นสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม (Face)
เป็นรูปทรงกลมและรูปทรงต่างๆ

รูปที่แสดงออกมาสำหรับ 3D Object นั้น จะมีความละเอียดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่นสี่เหลี่ยม และแผ่นสามเหลี่ยม ถ้าต้องการให้รูปที่แสดงออกมามีความโค้งมน ละเอียดมากๆ แผ่นสี่เหลี่ยม และแผ่นสามเหลี่ยมที่ประกอบขึ้นจะต้องมีขนาดเล็กลง แต่การคำนวณพื้นผิวก็จะต้องมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เสียเวลาในการประมวลผลมาก

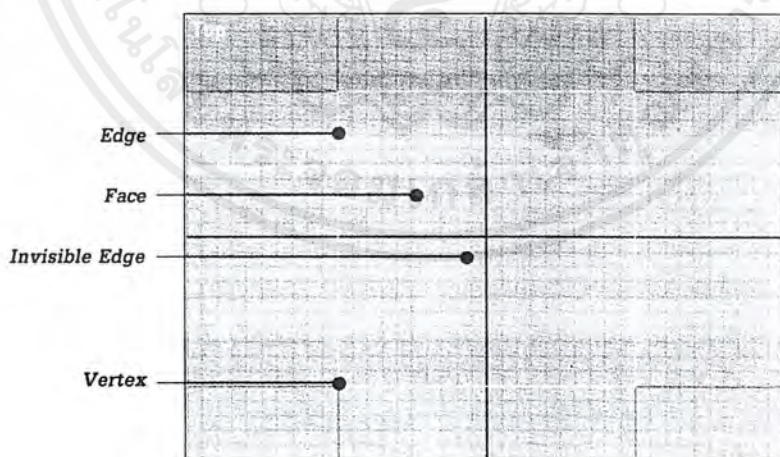
4.3 องค์ประกอบของวัตถุ 3 มิติใน 3D Studio MAX 2.5

ใน 3D Studio MAX 2.5 นี้ วัตถุที่ถูกสร้างขึ้น จะประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยอีกหลายองค์ประกอบดังนี้

- โครงสร้างของวัตถุที่ประกอบขึ้นจาก Vertex, Edge, Faces
- จุดอ้างอิงของวัตถุ (Pivot Point)
- ชื่อของวัตถุ
- สี
- คุณสมบัติพื้นผิวของวัตถุ

4.3.1 องค์ประกอบของพื้นผิวประกอบวัตถุ

ตามที่เราได้ทราบกันแล้วว่าพื้นผิวของวัตถุ 3 มิติใน 3DMAX โดยพื้นฐานแล้วประกอบขึ้นด้วยพื้นผิวประกอบวัตถุเป็นรูปสามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมเล็กๆเรียงตัวเป็นรูปทรงต่างๆ ซึ่งรูปทรงของแผ่นสี่เหลี่ยมเล็กๆนี้เราเรียกว่า พื้นผิวประกอบวัตถุ (Face) ประกอบด้วยจุด Vertex และเส้นเชื่อมระหว่าง Vertex เรียกว่า Edge ซึ่งถ้าเรามองลึกลงไปในส่วนย่อยแล้ว แผ่น Face นี้เกิดจากแผ่นสามเหลี่ยม 2 แผ่นมาประกบกัน แต่โดยปกติแล้ว 3DMAX จะไม่แสดงเส้น Edge ที่ว่านี้จึงเรียกเส้นนี้ว่า Invisible Edge (หรือเส้น Edge ที่มองไม่เห็น)

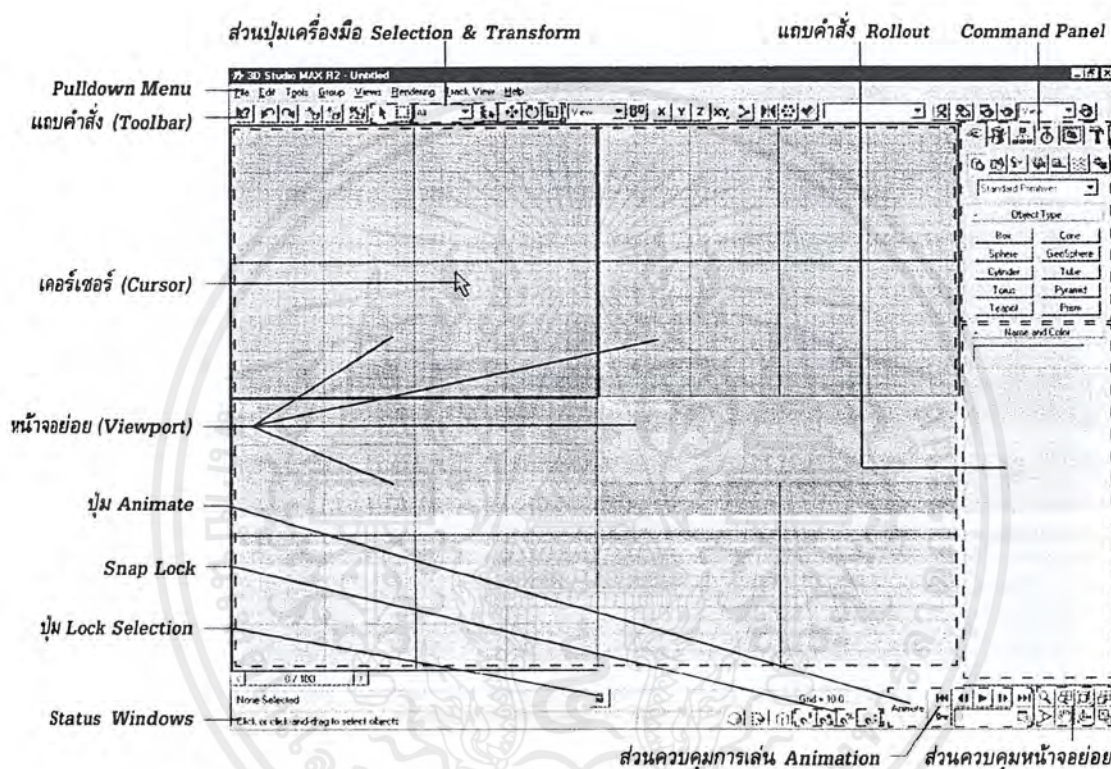


รูปที่ 4.3 แสดงส่วนประกอบขึ้นพื้นฐานของ Face

4.4 ความสามารถโดยรวมของ 3D STUDIO MAX 2.5

4.4.1 หน้าจอหลักของ 3D STUDIO MAX 2.5

หน้าจอแรกเมื่อเราเข้ามาสู่โปรแกรม 3D Studio MAX นี้จะมีรูปร่างหน้าตาแสดงในรูปซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอหลักของ 3DS MAX 2.5

4.4.2 ส่วน Command Panel

เป็นส่วนหลักในการทำงานบน 3DMAX ซึ่งใน Command Panel นี้ จะแบ่งคำสั่งทั้งหมดเป็น 6 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะบรรจุคำสั่งที่แตกต่างกันออกไป

Create Command Panel

บรรจุกลุ่มคำสั่งที่ใช้ในการสร้างวัตถุถึง 7 รูปแบบด้วยกัน โดยแต่ละรูปแบบยังแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ โดยเลือกได้จากรายการด้านล่าง การที่คำสั่งในกลุ่ม Create มีมากเป็นผลดีเนื่องจาก เราสามารถสร้างวัตถุได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในกลุ่มคำสั่งของ Create Command Panel นี้ จะทำให้เราสามารถสร้าง

วัตถุ 3 มิติ (3D Object)

วัตถุ 2 มิติ (2D Object)

แหล่งกำเนิดแสง (Light)

กล้อง (Camera)

อุปกรณ์ช่วยในการสร้างวัตถุ (Helper)

Space Warp

System

Modifier

เราใช้กลุ่มคำสั่ง Modifier ในการแก้ไขรูปทรงของวัตถุ และค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่สร้างขึ้นในกลุ่มคำสั่ง Create โดยกลุ่มคำสั่งในการแก้ไขวัตถุ (Modifier) จะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆ คือการแก้ไขพารามิเตอร์ของวัตถุ และการแก้ไขรูปทรงของวัตถุ

Hierachy Command Panel

เป็นส่วนที่ใช้กำหนดความเกี่ยวเนื่องของวัตถุหลายๆชิ้นเพื่อเตรียมสู่การทำงาน Animation ยกตัวอย่างเช่น เราสร้างวัตถุรูปมือ ซึ่งเราอาจสร้างนิ้วมือแต่ละข้อขึ้นมา และจัดวางตำแหน่งของแต่ละข้อของนิ้วมือ รวมทั้งกำหนดความสัมพันธ์สำหรับการเคลื่อนไหวของนิ้วกับมือให้เกี่ยวเนื่องต่อกัน

Motion Command Panel

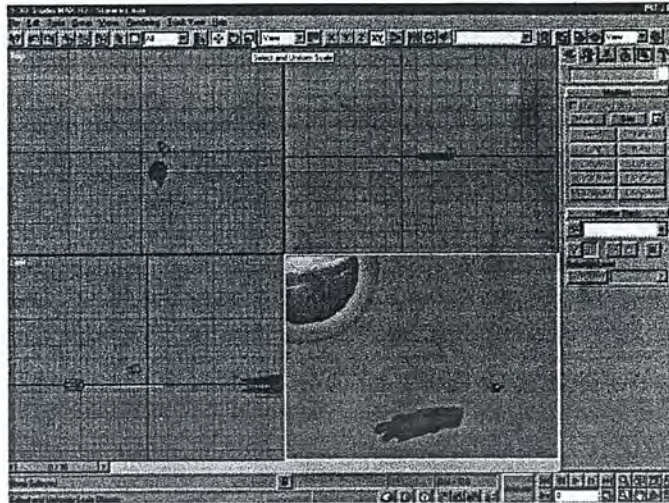
เป็นส่วนสร้าง และกำหนดการเคลื่อนไหวในรูปแบบต่างๆของวัตถุ เช่น กำหนดการเคลื่อนที่ของวัตถุใดวัตถุหนึ่งตามเส้นทางที่เราสร้างขึ้นจากเส้น Spline 2 มิติ โดยจะมีเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งเรียกว่า Trajection ซึ่งใช้สำหรับงาน Animation เช่นกัน

Display Command Panel

เป็นส่วนควบคุมการแสดงผลภาพของวัตถุบนจอภาพ ประกอบด้วยหลักใหญ่ๆ 2 ส่วนคือ ส่วนควบคุมการซ่อนวัตถุ (Hide) ซึ่งจะทำให้วัตถุไม่แสดงบนจอภาพ และส่วนควบคุมการแช่แข็งวัตถุ (Freeze) ซึ่งวัตถุจะยังคงแสดงอยู่บนจอภาพแต่จะไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขวัตถุได้

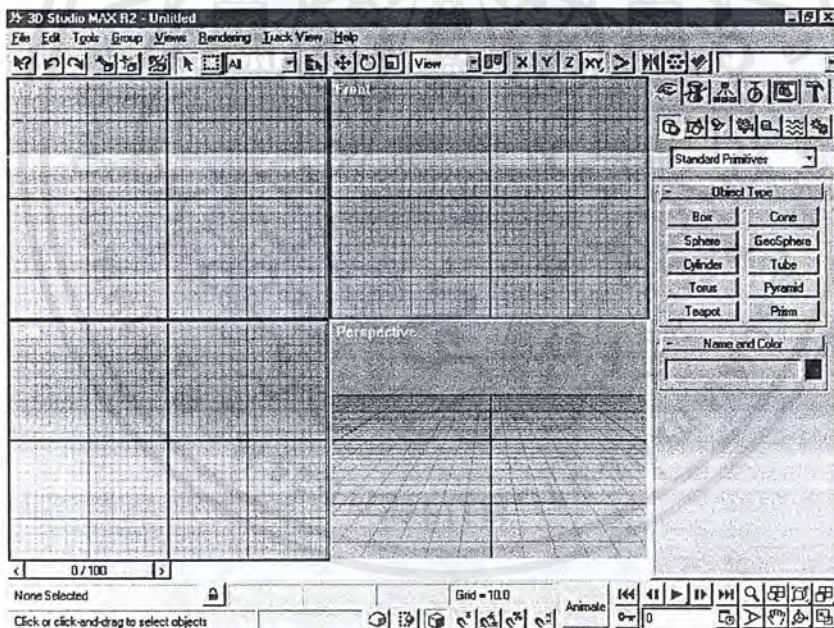
Utility Command Panel

ปุ่มคำสั่งต่างๆบนหน้าจอหลักของ 3DMAX เมื่อเราเลื่อนเคอร์เซอร์ไปค้างไว้ให้อยู่นิ่งๆสักระยะ ชื่อของปุ่มคำสั่งที่เราชี้เคอร์เซอร์ค้างไว้จะปรากฏออกมา ซึ่งโดยปกติแล้วเมื่อเราเห็นชื่อคำสั่งของแต่ละปุ่ม เราก็จะสามารถเดาได้ถึงหน้าที่ของปุ่มคำสั่งนั้นๆ สำหรับหน้าต่างคำสั่งต่างๆในแถบคำสั่ง Rollout ถ้าเรารู้คำแปลในคำตัวแปรต่างๆ ก็จะช่วยให้รู้ว่าตัวแปรนั้นมีผลต่อวัตถุอย่างไรบ้าง



รูปที่ 4.5 การค้ำเคอร์เซอร์ที่ปุ่มคำสั่งบนหน้าจอจะแสดงชื่อของปุ่มให้เราได้เห็น

4.4.3 จอภาพย่อยแสดงการทำงานของ 3DMAX (Viewport)



รูปที่ 4.6 แสดงจอภาพย่อย (Viewport) แบ่งออกเป็น 4 หน้าจอภาพย่อยในมุมมองต่างๆ

หน้าจอหลักในส่วนการทำงาน ตามปกติจะแบ่งเป็น 4 จอภาพย่อย (Viewport) ส่วนมุมมองซ้ายของแต่ละจอภาพย่อยจะแสดงลักษณะมุมมองเข้าสู่จุดศูนย์กลางของเส้น Coordinate โดยเราสามารถกำหนดมุมมองของแต่ละจอภาพย่อยได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 จอภาพย่อยที่กำลังทำงาน (Active Viewport)

หน้าจอหลักของ 3DMAX ปกติจะแบ่งจอภาพย่อยออกเป็น 4 จอภาพ ซึ่งเราสามารถทำการใดๆ ได้ทีละ 1 จอภาพย่อยเท่านั้น และเรียกจอภาพย่อยที่กำลังทำงานอยู่ว่า Active Viewport

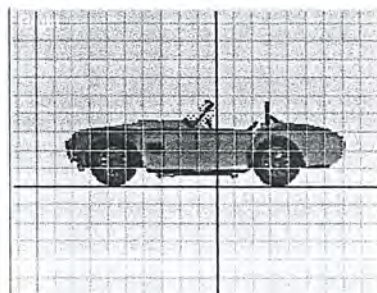
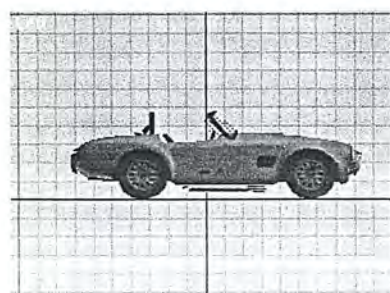
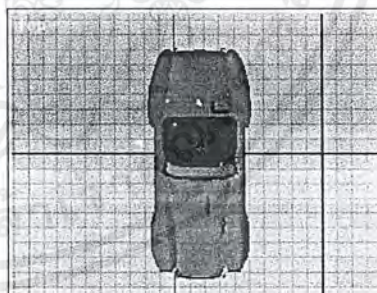
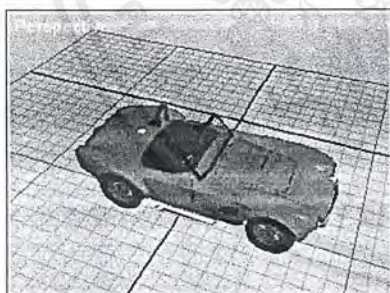
4.4.4.1 มุมมองของจอภาพย่อย

เราสามารถกำหนดมุมมองของจอภาพย่อยแต่ละจอได้อย่างอิสระ ดังต่อไปนี้

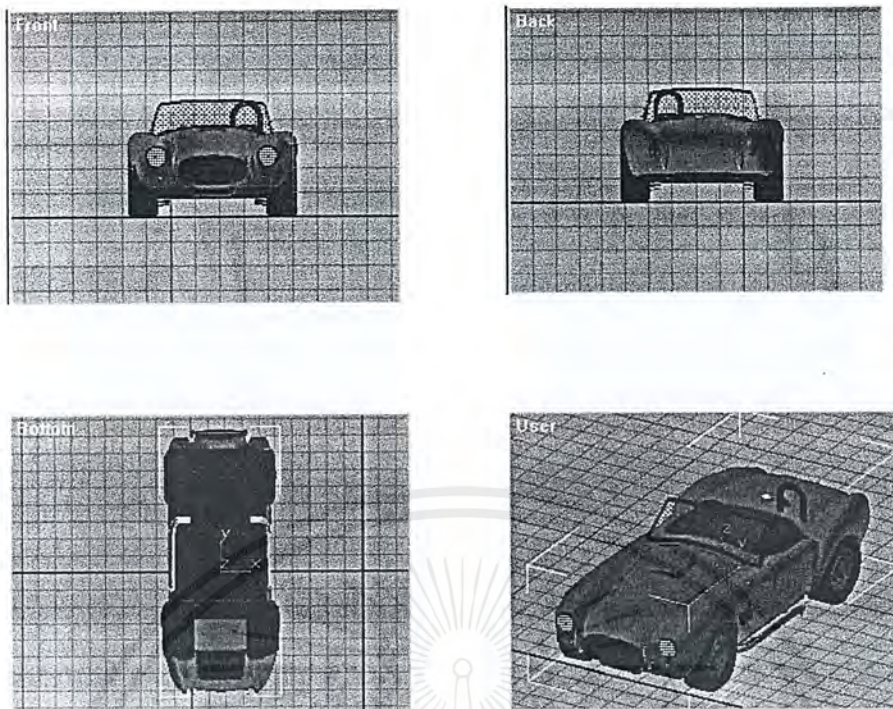
- Top มองจากด้านบนลงมาที่ระนาบสมมติ
- Front มองจากด้านหน้าไปยังจุดตัดระนาบสมมติ
- Right มองจากด้านขวาไปยังจุดตัดระนาบสมมติ
- Perspective มองเป็นมุมเฉียงลงมาจากด้านบน (เราสามารถกำหนดมุมเฉียงได้เอง)

ทั้ง 4 มุมมองที่กล่าวมา เป็นมุมมองพื้นฐานหลักๆ ใน 3DMAX และการเขียนภาพ 3 มิติ นอกจากนี้ยังมีมุมมองอื่นๆ อีกดังต่อไปนี้

- Back มองจากด้านหลังไปยังจุดตัดของระนาบสมมติ
- Left มองจากด้านซ้ายไปยังจุดตัดของระนาบสมมติ
- Under มองจากด้านล่างขึ้นไปยังระนาบสมมติ
- Camera มองตามจุดวางกล้อง (เราเป็นผู้กำหนดการวางกล้อง)
- User มุมมองอิสระแล้วแต่จะกำหนด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7, 4.8 แสดงมุมมองต่างๆ

4.4.5 คำสั่งและปุ่มควบคุมต่างๆ

3DMAX นี้ก็มีลักษณะเช่นเดียวกับโปรแกรมอื่นๆ ก็จะประกอบไปด้วยคำสั่งต่างๆ ใน Pulldown Menu ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกันกับโปรแกรมโดยทั่วไปที่สามารถรันบน Windows เช่น คำสั่งในกลุ่ม File ก็จะประกอบไปด้วยคำสั่ง

New เพื่อใช้เปิดไฟล์ข้อมูลใหม่

Reset ซึ่งเป็นคำสั่งจอภาพ

Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าที่เราเก็บไว้โดยใช้นามสกุล (*.MAX)

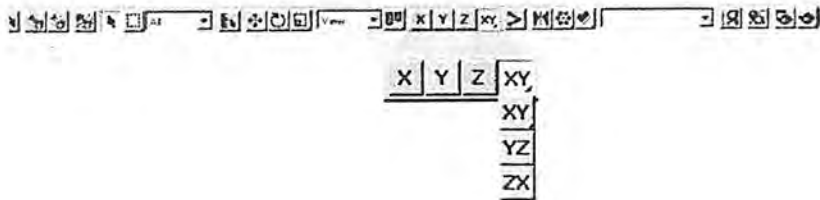
Save เป็นคำสั่งเพื่อบันทึกงานที่กำลังทำอยู่

...ฯลฯ

นอกจากนี้ 3DMAX ยังมีปุ่มฟังก์ชันต่างๆ ในแถบคำสั่ง (Toolbar) ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานต่างๆ ใน 3DMAX เช่น

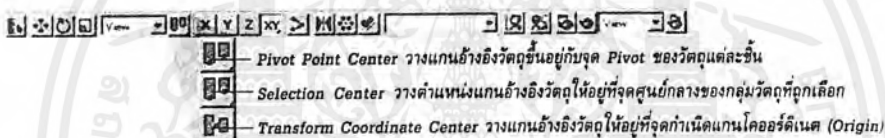
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่มควบคุมแกน (Constraint) เป็นปุ่มที่ใช้ร่วมกับคำสั่งอื่นๆเพื่อให้ควบคุมคำสั่งที่ใช้ร่วมกันให้มีผลต่อวัตถุในเฉพาะแกนที่เราควบคุมอยู่ เช่น เมื่อเรากดปุ่มเลือกควบคุมแกน X และสั่งย้ายวัตถุด้วยคำสั่ง Move วัตถุจะถูกล็อกให้เคลื่อนที่ได้เฉพาะในแนวแกน X เท่านั้น



รูป4.9 ปุ่มควบคุมการล็อกแกนในแกนต่างๆ

ปุ่มจัดวางแกนอ้างอิงวัตถุ (Transform Center) เป็นปุ่มที่ใช้ในการวางจุดอ้างอิงวัตถุ หรือกลุ่มวัตถุที่ถูกเลือก

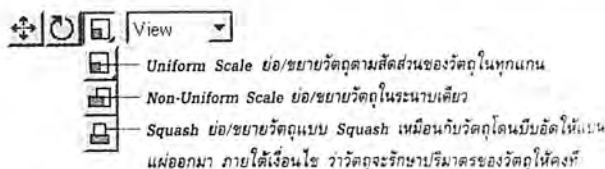


รูป4.10 แสดงรายละเอียดของ Transform Center

คำสั่งย้าย (Move) วัตถุ คำสั่งนี้ใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุ หรือกลุ่มวัตถุที่ถูกเลือกไปที่ตำแหน่งต่างๆตามที่เราต้องการ

คำสั่งหมุน (Rotate) วัตถุ เราใช้คำสั่งนี้ในการหมุนวัตถุ โดยมีจุดหมุนอยู่ที่แกนอ้างอิงของวัตถุ

คำสั่งย่อ/ขยาย (Scale) คำสั่ง Scale ใช้ในการย่อ/ขยายวัตถุ หรือกลุ่มวัตถุที่ถูกเลือกให้มีขนาดแตกต่างจากวัตถุต้นแบบตามที่เราต้องการ



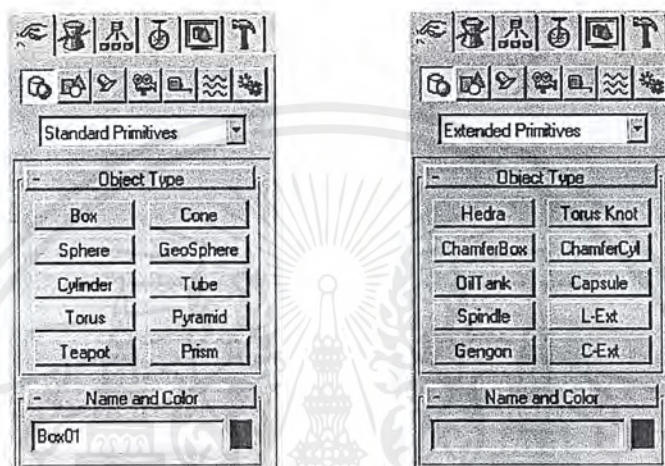
รูป4.11 ปุ่มคำสั่งพ่วงในการย่อ/ขยายวัตถุในรูปแบบต่างๆ

นอกจากนี้ยังมีคำสั่งอื่นๆอีกมากมายที่มีอยู่ใน 3DMAX ...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วัตถุ 3 มิติรูปทรงพื้นฐาน

จากที่ได้ทราบแล้วว่าโปรแกรม 3D Studio MAX 2.5 ไม่ใช่โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนรูป หากแต่ 3DMAX เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างวัตถุ 3 มิติขึ้นมาจริงๆ ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีรูปทรงที่ประกอบด้วยพื้นผิว โดย 3DMAX จะมีกลุ่มคำสั่งที่ใช้ในการสร้างวัตถุพื้นฐานอยู่หลายกลุ่ม โดย 2 กลุ่มใหญ่ๆ ก็คือ กลุ่ม Standard Primitives และกลุ่ม Extended Primitives



รูป 4.12 กลุ่มคำสั่งในการสร้างวัตถุ 3 มิติ

4.5.1 “Standard Primitives” กลุ่มคำสั่งสร้างวัตถุ 3 มิติรูปทรงพื้นฐาน

ใน 3DMAX จะมีคำสั่งในการสร้างวัตถุ 3 มิติขั้นพื้นฐาน คือ Standard Primitives อยู่ 10 คำสั่ง

Box	สร้างวัตถุรูปกล่องสี่เหลี่ยม	Cone	สร้างวัตถุรูปกรวย
Sphere	สร้างรูปวงกลม	GeoSphere	สร้างทรงกลม Geo
Cylinder	สร้างวัตถุทรงกระบอก	Tube	สร้างวัตถุรูปท่อ
Torus	สร้างวัตถุทรงโดนัท	Pyramid	สร้างวัตถุทรงปิรามิด
Teapot	สร้างวัตถุรูปกาต้มน้ำชา	Prism	สร้างวัตถุทรงปริซึม

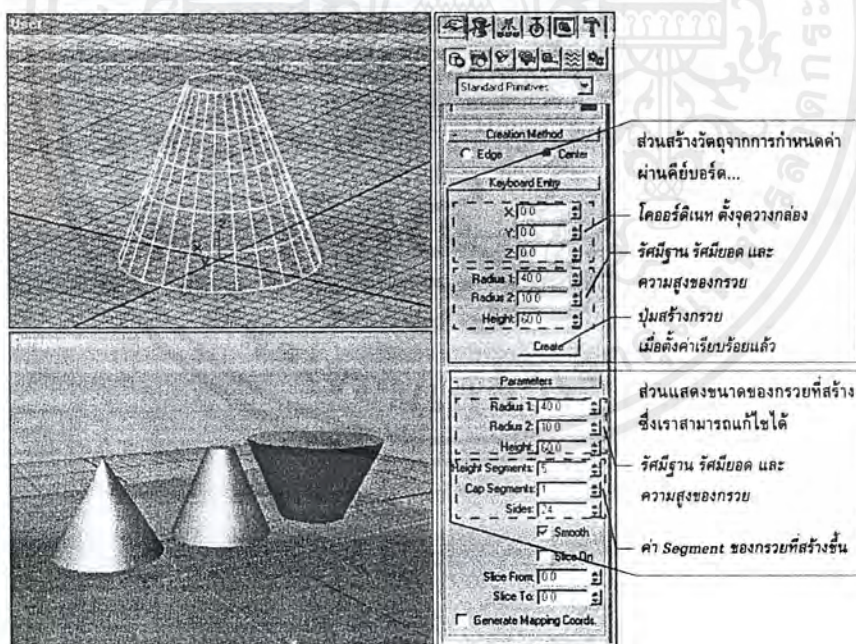
รูป 4.13 คำสั่งในการสร้างวัตถุ 3 มิติขั้นพื้นฐาน

ซึ่งจะสามารถใช้สร้างรูปทรง 3 มิติได้อย่างง่าย โดยปกติวัตถุพื้นฐาน (Standard Primitives) นี้จะเป็นองค์ประกอบของวัตถุที่มีโครงสร้างซับซ้อนเกือบทุกชนิด ลักษณะของรูปทรงพื้นฐานต่างๆ จะมีลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

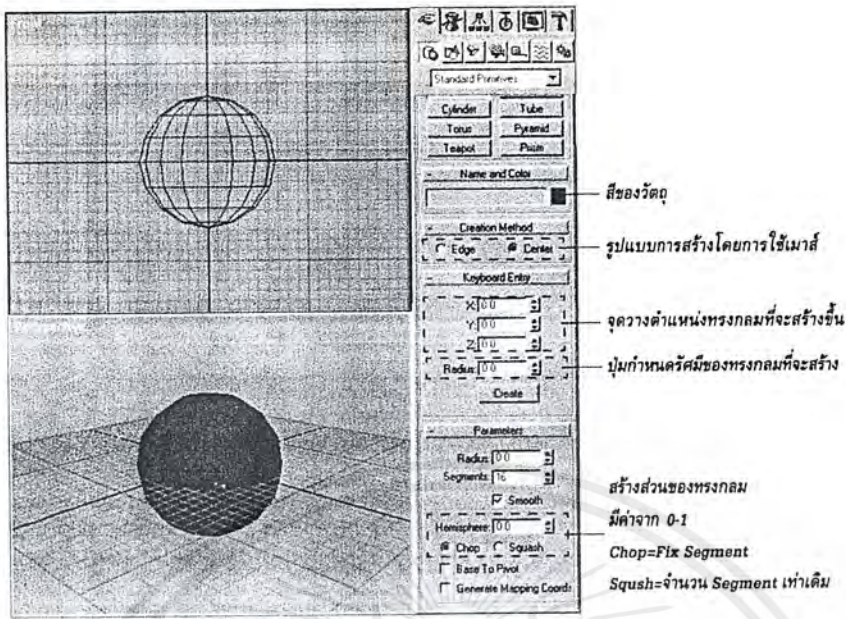


รูป 4.14 ปุ่มคำสั่งในการสร้างวัตถุรูปกลองสี่เหลี่ยม

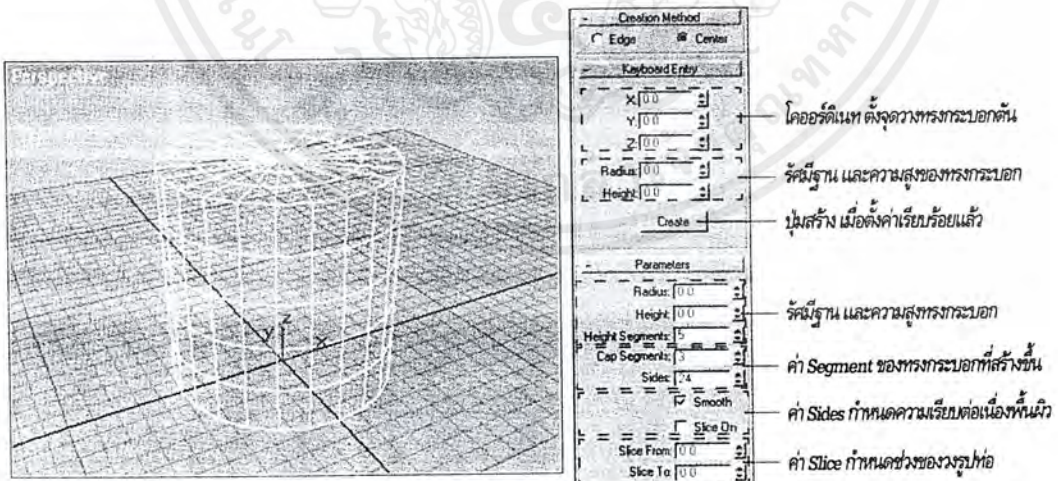


รูป 4.15 รูปตัวอย่างวัตถุทรงกรวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป4.16 แสดงรายละเอียดของพารามิเตอร์สำหรับคำสั่ง Sphere



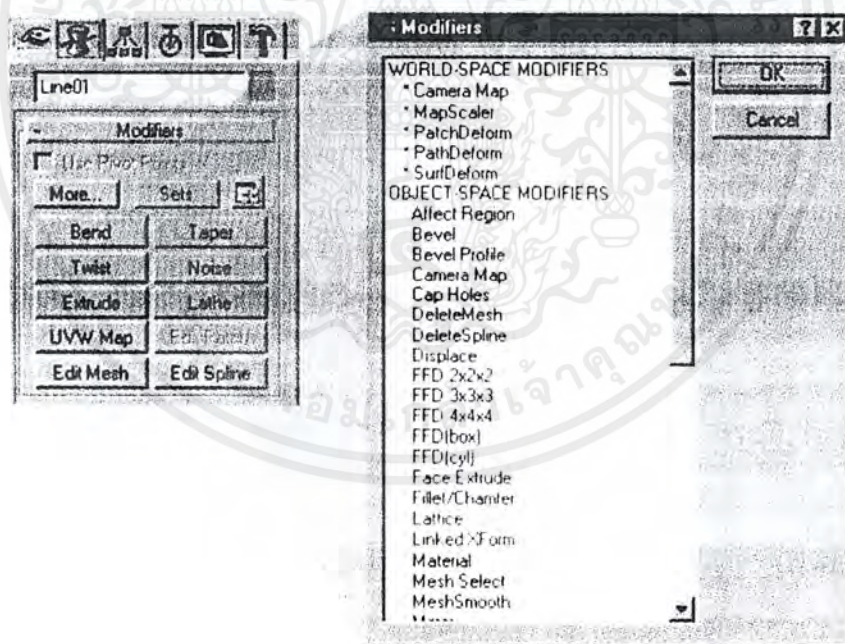
รูป4.17 แสดงพารามิเตอร์ในการกำหนดขนาดของวัตถุทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน Extended Primitives นั้นก็จะเป็นกลุ่มคำสั่งในการสร้างวัตถุ 3 มิติรูปทรงต่างๆที่เพิ่มเติมขึ้นมาจาก Standard Primitives อีก 10 คำสั่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในงานต่างๆร่วมกับวัตถุในกลุ่ม Standard Primitives ได้ต่อไป เช่น รูปทรง Hedra, Chamfer Box, Spindle, Torus Knot, Gengon ...ฯลฯ

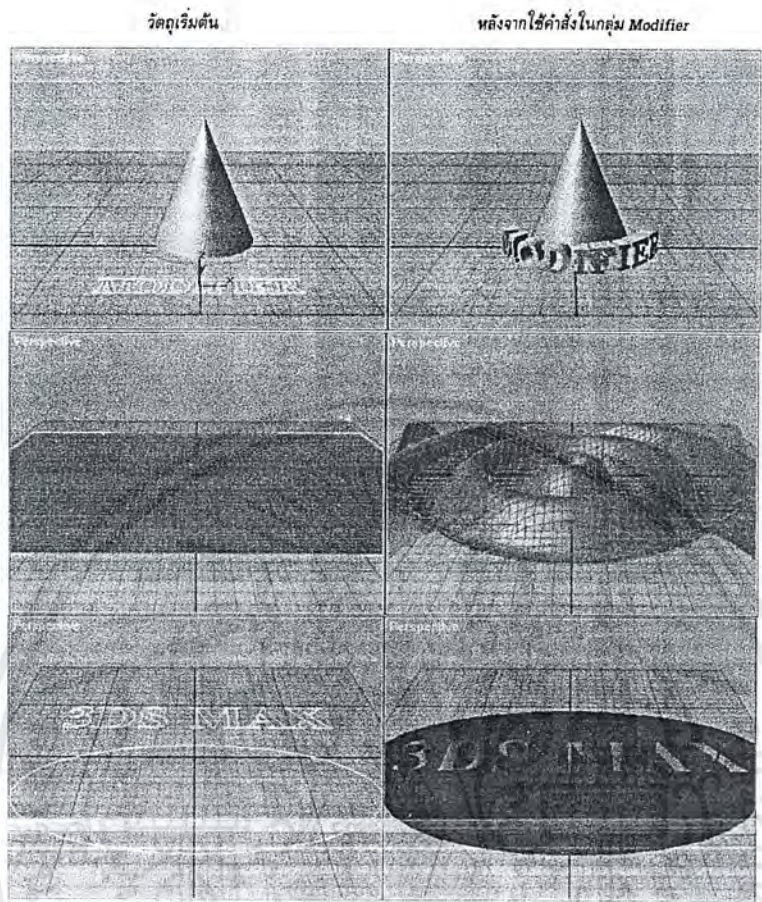
4.6 การปรับปรุงแก้ไขวัตถุในลักษณะต่างๆ

ในการสร้างวัตถุ 3 มิติให้ได้ตามต้องการนั้น ส่วนใหญ่จะเริ่มจากการสร้างวัตถุพื้นฐานทั้งจากวัตถุ 2D และ 3D แล้วจึงมีการปรับปรุงแก้ไขวัตถุเพื่อให้ได้วัตถุตามต้องการ ในกลุ่มคำสั่งที่ใช้ปรับปรุงแก้ไขวัตถุ (Modifier Command) นี้จะมีด้วยกันหลายคำสั่ง ซึ่งจะมีคำสั่งเพิ่มเติมอื่นๆในกลุ่ม Modifier อีกมากมายหลายคำสั่งด้วยกัน ดังแสดงในรูปด้านล่างนี้



รูป4.18 แสดงคำสั่งเพิ่มเติมในกลุ่ม Modifier

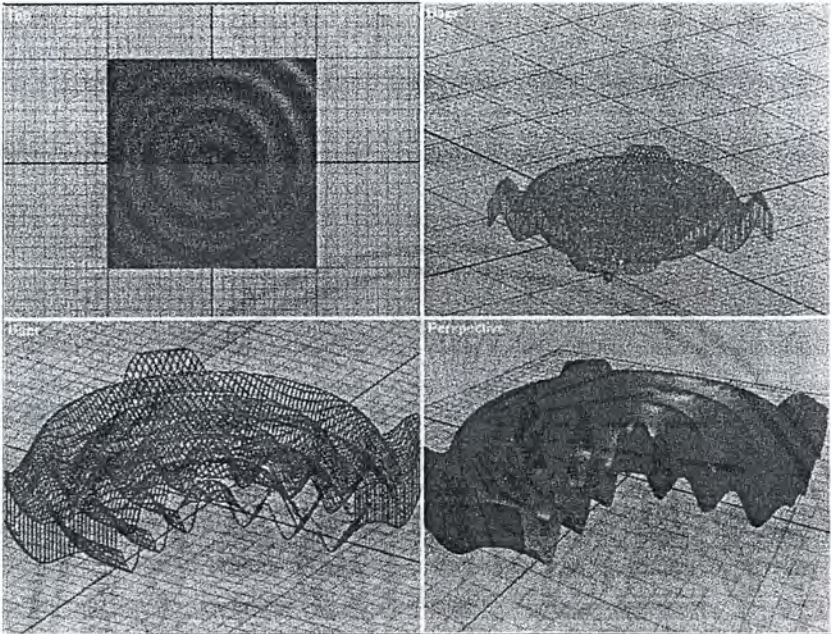
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



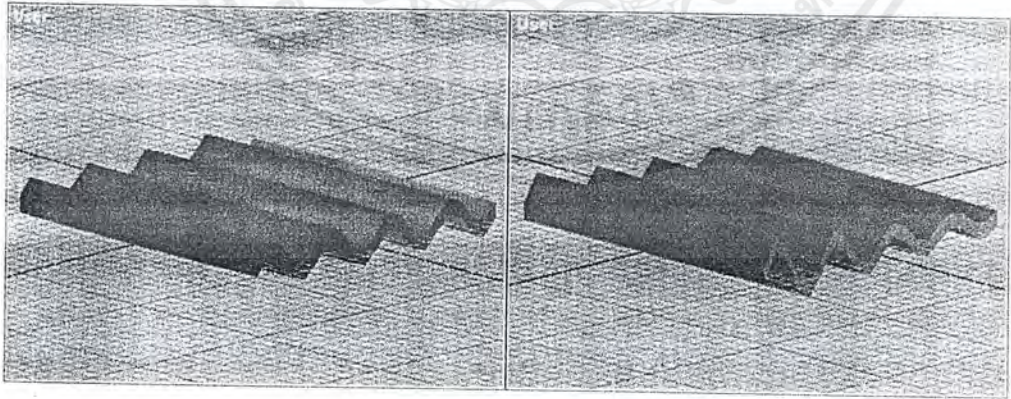
รูป4.19 แสดงความสามารถในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงรูปทรงวัตถุ
โดยใช้คำสั่งในกลุ่ม Modifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนึ่งเราสามารถนำการสร้างวัตถุและการตัดแปลงแก้ไขวัตถุในรูปแบบต่างๆมาประยุกต์ใช้ด้วยกันเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุที่มีคุณสมบัติและคุณลักษณะตามที่เราต้องการ การได้ข้อนี้ขึ้นอยู่กับความคิดสร้างสรรค์ของผู้ใช้โปรแกรม เช่น

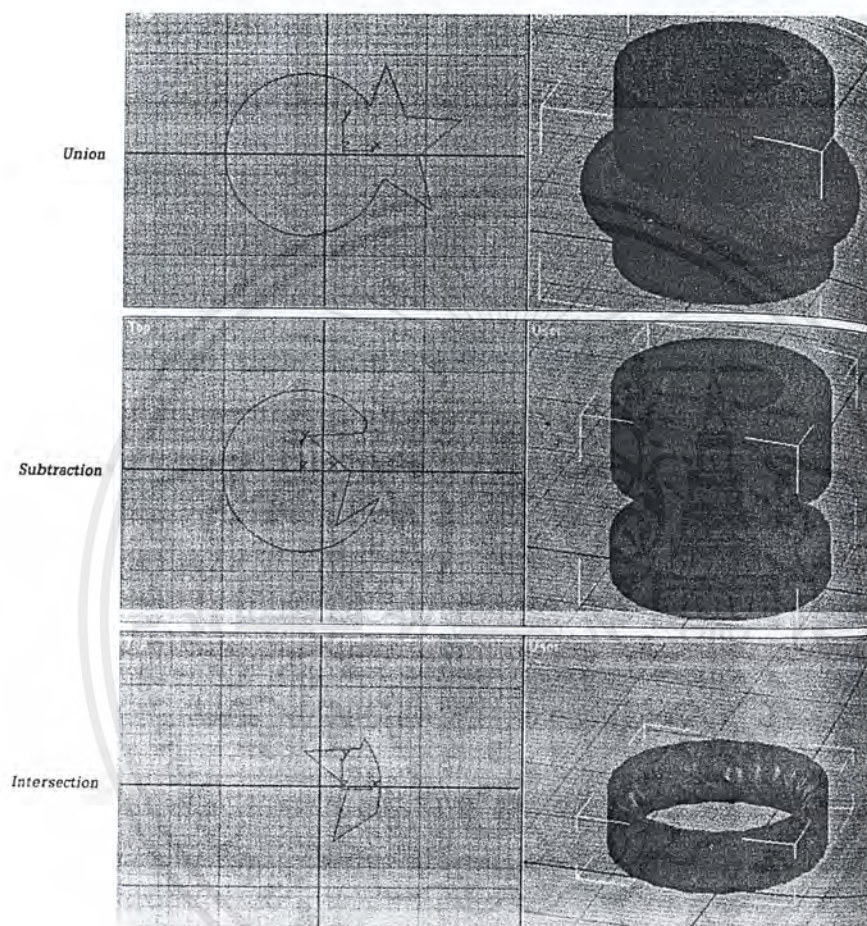


รูป4.22 แสดงผลของคำสั่ง Ripple



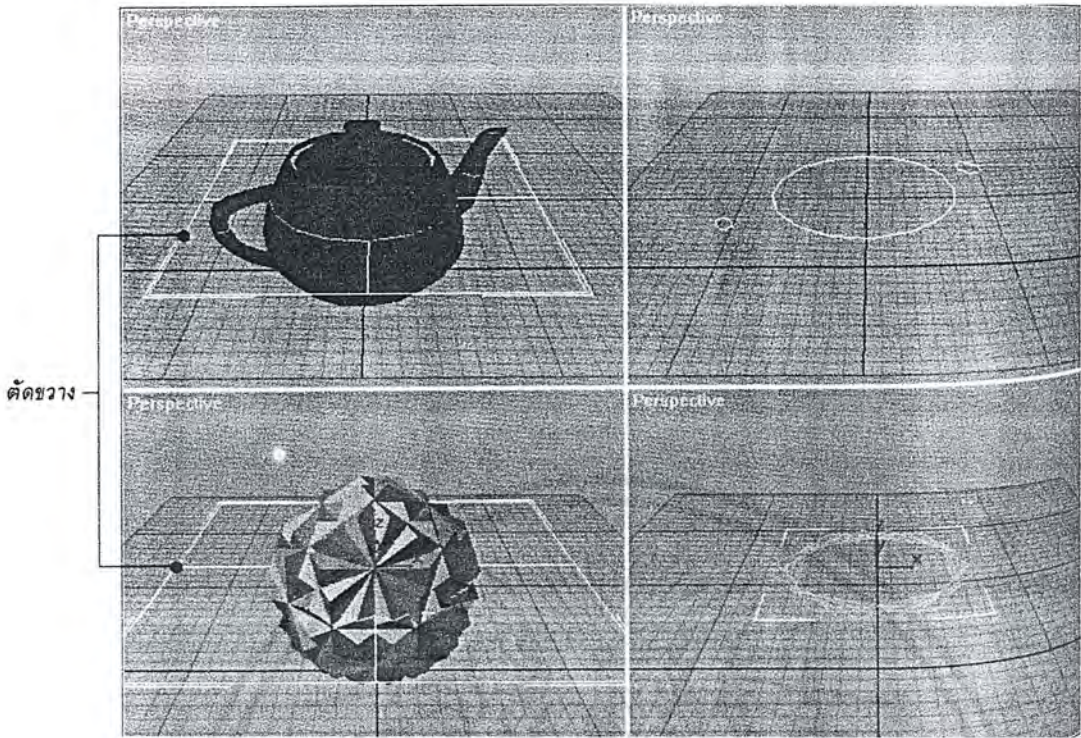
รูป4.23 แสดงการ Modify วัตถุด้วยคำสั่ง Wave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

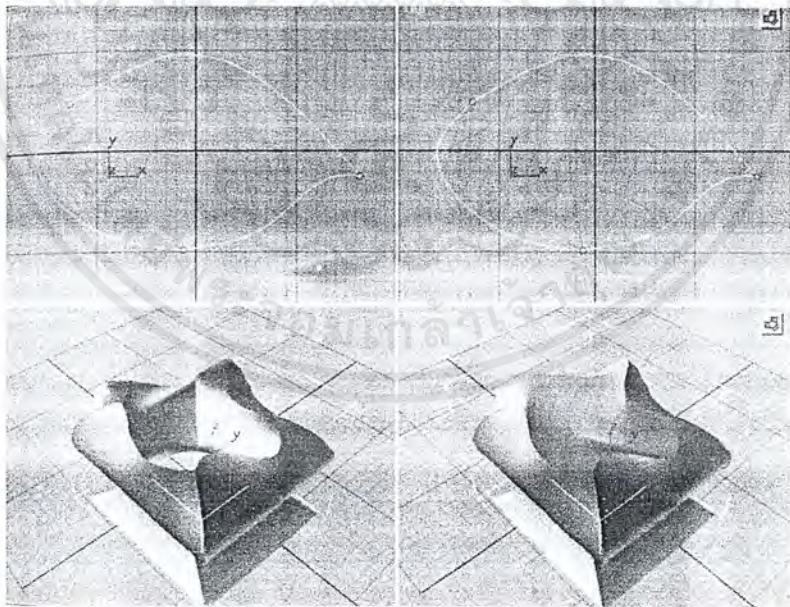


รูป4.24 ผลของการ Boolean ในรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

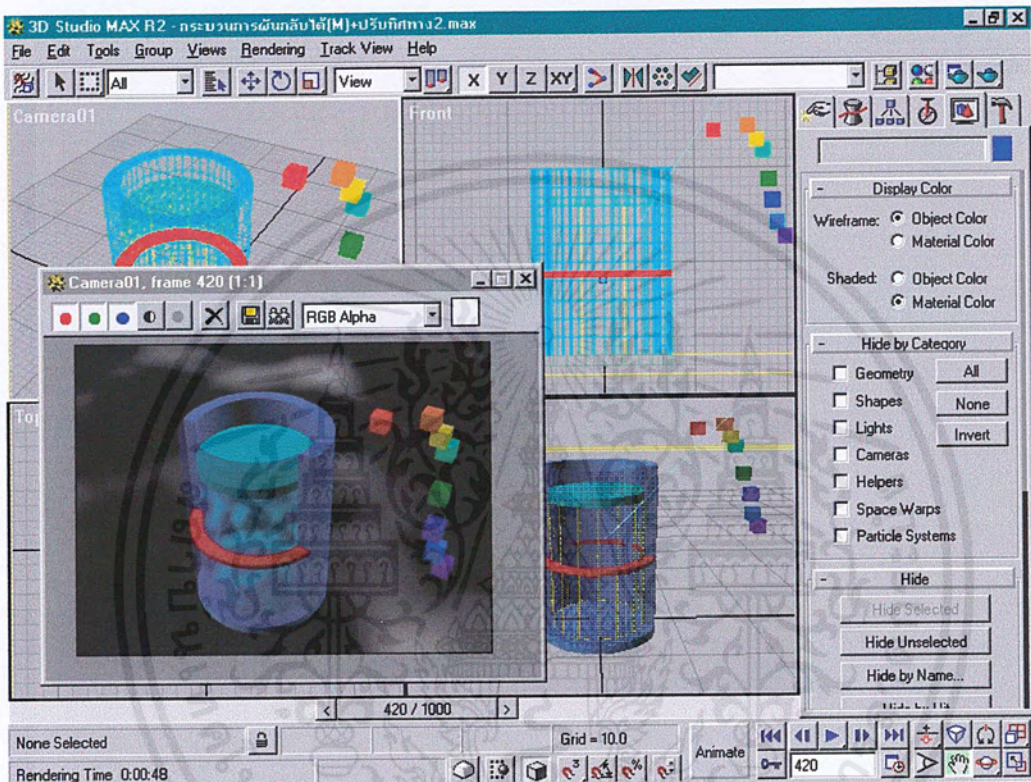


รูป4.25 แสดงการใช้คำสั่ง Section ตัดระนาบตัดขวางของรูป



รูป4.26 แสดงตัวอย่างการใช้คำสั่ง Create Multiside Blend Surface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป4.27 ตัวอย่างการใช้คำสั่งต่างๆประยุกต์เข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การกำหนดปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อวัตถุ

3D Studio MAX ยังสามารถที่จะกำหนดปัจจัยอื่นๆเพิ่มเติมจากที่ได้กล่าวไว้อีกเพื่อเป็นการเพิ่มความยืดหยุ่นในการสร้างสรรค์งาน เช่น

4.7.1 การกำหนดแสงใน 3DMAX

3DMAX อาศัยหลักความจริงในเรื่องของแสงในการที่ผู้ที่จะสามารถกำหนดแหล่งกำเนิดแสง, ทิศทางของแสง, ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งมีทั้งแหล่งกำเนิดแสงแบบ

Ambient แสงในบรรยากาศ

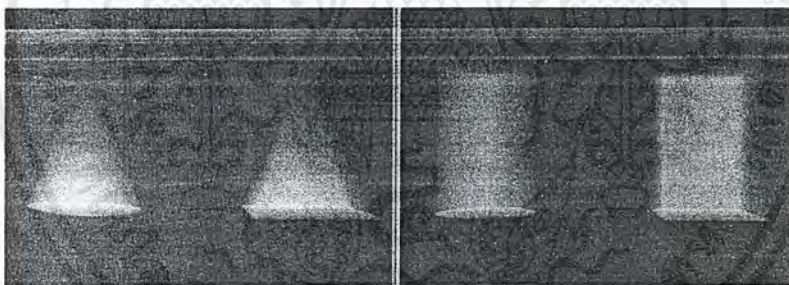
Omni แสงแบบจุดกระจายรอบทิศทาง

Directional แสงขนานส่องเป็นลำแบบกลมและสี่เหลี่ยมเป็นแนวตรง

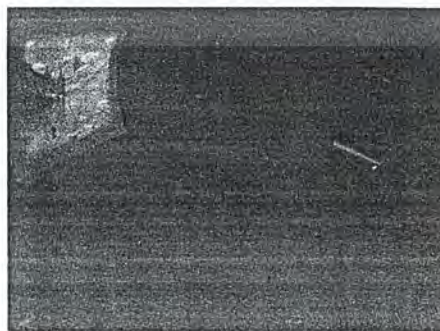
Target Spot แสงจากจุดกำเนิดส่องเป็นรูปทรงกรวย

Free Spot แสงในลักษณะกรวย

แหล่งกำเนิดแสงแต่ละแบบก็จะให้ผลที่ต่างกันไป จะเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงแบบไหนก็ขึ้นอยู่กับความต้องการและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

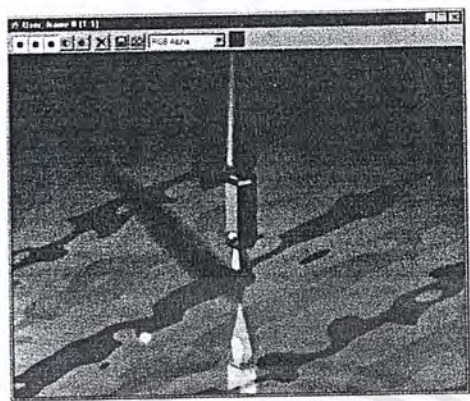


รูป4.28 เปรียบเทียบลักษณะของลำแสงแบบทรงกรวยและแบบแสงขนาน

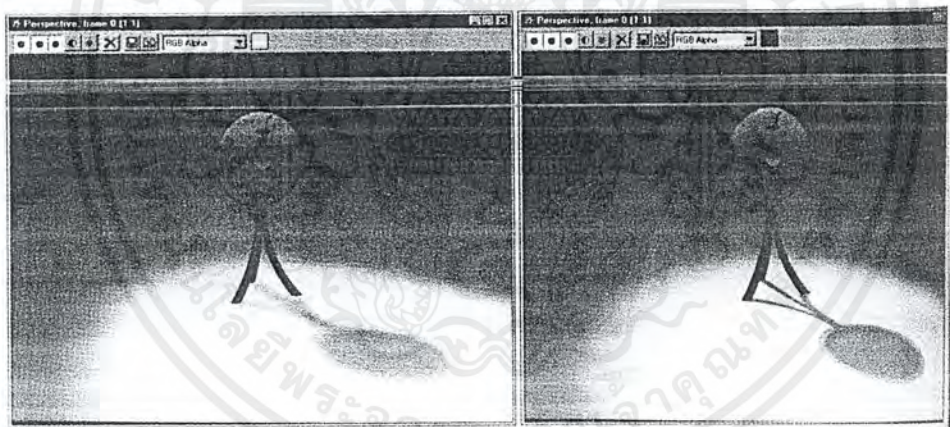


รูป4.29 แสดงการกำหนดแหล่งกำเนิดแสงแบบฉายภาพ Projector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป4.30 การให้แหล่งกำเนิดแสงจะก่อให้เกิดเงา

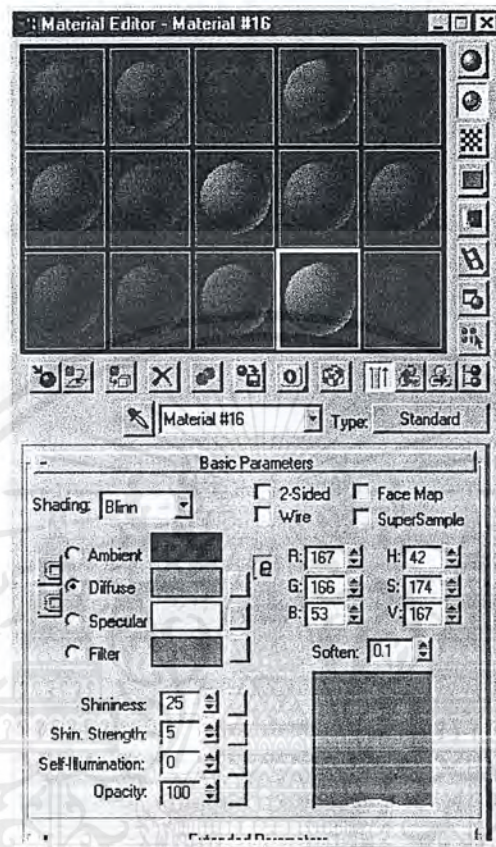


รูป4.31 แสดงค่า Size ซึ่งมีผลต่อความละเอียดของเงาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

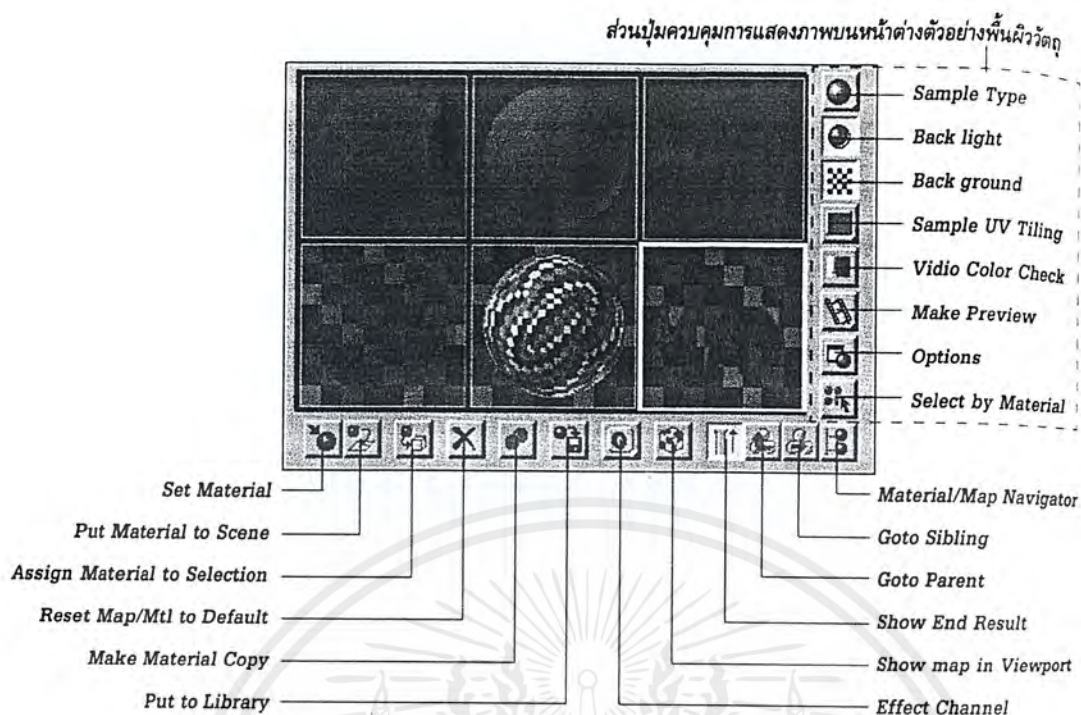
4.7.2 พื้นผิววัตถุ

เรายังสามารถที่จะใช้ 3DMAX กำหนดลักษณะพื้นผิวของวัตถุได้อีกด้วย โดยใช้ Material Editor ซึ่งจะสามารถกำหนดคุณลักษณะต่างๆของพื้นผิวของวัตถุได้

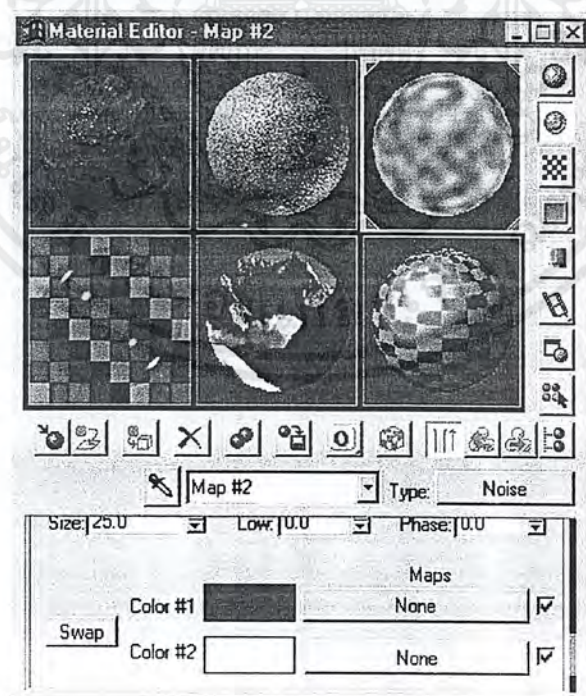


รูป4.32 แสดงส่วนประกอบของ Material Editor

และยังสามารถเลือกกำหนดพื้นผิววัตถุโดยเลือกจาก Library ได้อีกด้วย ซึ่งในการเลือกใช้เอฟเฟกต์ต่างๆก็จะทำให้ได้งานที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป



รูป4.33 แสดงส่วนปุ่มคำสั่งใน Material Editor



รูป4.34 ตัวอย่างหน้าจอ Material Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถโดยรวม รวมถึงลักษณะพิเศษต่างๆของโปรแกรม 3D Studio MAX นั้น จะเห็นได้ว่า 3DS MAX เป็นโปรแกรมที่มีสมรรถภาพสูงมากสำหรับการสร้างงานกราฟฟิก 3 มิติ (3D Graphics) ที่ต้องการความละเอียด และรายละเอียดต่างๆสูงมาก ดังจะเห็นได้จากการที่วงการภาพยนตร์ในต่างประเทศได้นำตัวโปรแกรม 3D Studio MAX Release 2.5 ไปใช้ในการทำเทคนิคพิเศษในภาพยนตร์เรื่องต่างๆ เช่น “Jurassic Park” “The Lost World” “Godzilla” รวมถึงงาน Animation ที่จะใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน หรือสื่อถึงความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ เพราะ 3DS MAX นั้นสามารถผลิตงานออกมาเป็นงาน 3 มิติอันจะสามารถสื่อความหมาย และจินตนาการให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายกว่าการศึกษาจากตัวหนังสือ หรือภาพ 2 มิติซึ่งจำต้องอาศัยจินตนาการของผู้อ่านเองเป็นสำคัญ โดย 3DMAX สามารถตอบสนองความต้องการในด้านต่างๆของผู้ใช้ได้ทั้งหมด

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า 3D Studio MAX นั้นเป็นโปรแกรมที่ใช้งานยาก จำเป็นต้องอาศัยผู้ใช้โปรแกรม (Programmer) และทีมงานที่มีความสามารถและมีประสบการณ์ จึงจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ เนื่องจาก 3D Studio MAX เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงมากดังนั้นจึงต้องการการกำหนดรายละเอียดต่างๆของชิ้นงานมากตามไปด้วย จึงก่อให้เกิดความยากในการใช้งาน อีกทั้งหากต้องการความคล่องตัวในการใช้งานแล้วจำเป็นจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้งานและประมวลผล แต่เมื่อพิจารณาถึงความสามารถของโปรแกรมและประโยชน์ในการใช้งานด้าน Animation แล้ว จะพบว่า 3D Studio MAX เป็นโปรแกรมที่ตอบสนองความต้องการข้างต้นได้ครบถ้วน ดังนั้น 3D Studio MAX จึงจัดได้ว่าเป็นหนึ่งในโปรแกรมที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะใช้เพื่อทำสื่อ Animation ต่างๆ และในอนาคตยังมีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้นอีก จึงสามารถที่จะใช้พัฒนางานต่างๆได้ในอนาคตอีกด้วย

3D Studio MAX

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 โครงการพิเศษสื่อประสมวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น

โครงการพิเศษ “สื่อประสมวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น” เป็นโครงการที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ในวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหาบางส่วนซึ่งอาจจะยังยากต่อการทำความเข้าใจสำหรับนักศึกษาบางท่าน ทั้งนี้เนื่องจากในเนื้อหาวิชาบางส่วนนั้นการรู้แต่เพียงทฤษฎีเท่านั้นก็ไม่เป็นการเพียงพอที่จะเข้าใจในเนื้อหาส่วนนั้นอย่างถ่องแท้ ดังนั้นหากมีการสร้างภาพเคลื่อนไหวสามมิติมาเพื่อขยายความและแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมก็อาจจะเป็นอีกหนทางหนึ่งในการทำความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายยิ่งขึ้นกว่าเดิมที่จะต้องอาศัยจินตนาการของแต่ละบุคคล

5.2 สรุปผลและการใช้งาน

ในส่วนของโครงการพิเศษชิ้นนี้นั้นได้ใช้โปรแกรมมัลติมีเดียทูลบู๊ตเป็นโปรแกรมหลัก และใช้โปรแกรม “ทรีดี สตูดิโอแมกซ์” มาเพื่อผลิตภาพเคลื่อนไหวสามมิติ บรรจุอยู่ในโปรแกรมหลัก ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน โดยโครงการทั้งหมดสามารถที่จะบรรจุอยู่ในแผ่นซีดี (Compact Disc) เพียงหนึ่งแผ่นเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปไว้สำหรับใช้งานได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปได้ มีลักษณะคล้ายเป็นหนังสือเล่มหนึ่งที่มีทั้งภาพและเสียง ในแบบมัลติมีเดียโดยจะบรรจุเนื้อหาวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้นรวมถึงภาพประกอบเนื้อหา ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ คำบรรยายประกอบ ฯลฯ คละเคล้ากันไปตามแต่เนื้อหาของแต่ละหน้า

ในส่วนของการใช้งานก็คล้ายกับการอ่านหนังสือหนึ่งเล่ม โดยสามารถเปิดอ่านไปที่หน้า หรือจะเปิดข้ามไปยังหน้าที่ต้องการก็สามารถทำได้เช่นกัน ซึ่งกิจกรรมต่างๆของหนังสือนั้นจะทำได้ผ่านทางการคลิกเมาส์ของคอมพิวเตอร์เท่านั้น

5.3 ปัญหาและการแก้ไข

ตลอดระยะเวลาในการสร้างงานชิ้นนี้นั้นได้พบกับปัญหาต่างๆอย่างมากมายเนื่องจากซอฟต์แวร์โปรแกรมที่จะต้องใช้งานทั้งสองโปรแกรมนั้นต่างก็จัดว่าเป็นโปรแกรมที่ใช้งานยากมาก โปรแกรมหนึ่ง ดังนั้นกว่าที่จะสามารถใช้งานได้ในระดับที่จะผลิตงานให้ออกมาได้ตามที่ต้องการนั้นจึงต้องใช้เวลาในการศึกษาค่อนข้างมาก จึงทำให้เบียดเบียนเวลาที่จะใช้พัฒนางานไปอย่างมาก ตัวงานที่ออกมาจึงอาจจะไม่ใช่ตัวงานในแบบที่คิดหวังกันเอาไว้ทั้งร้อยเปอร์เซ็นต์

อีกทั้งงานชิ้นนี้ก็มีส่วนที่เน้นไปในทางงานคอมพิวเตอร์กราฟฟิกอยู่มากดังนั้นสเป็คต์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถทำงานและประมวลผลให้ออกมาตามที่ต้องการภายในเวลาอันรวดเร็วนั้นก็จำเป็นจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงมากกว่าที่ผู้ปฏิบัติงานพึงหาได้จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานเป็นอย่างมาก ทำให้ตัวงานบางตัวที่เคยออกแบบเอาไว้ต้องล้มเลิกไปโดยปริยาย บางตัวก็ต้องเปลี่ยนลักษณะบางอย่างไปตามข้อจำกัดทางด้านฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่จึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ตัวงานที่ออกมามีลักษณะบางอย่างที่ไม่สมบูรณ์แบบตามที่เคยคิดหวังกันเอาไว้ซะทีเดียว

แต่ตัวงานที่ออกมาก็เป็นตัวงานที่ออกมาจากความตั้งใจและพยายามอย่างเต็มที่เพื่อที่จะได้งานที่สมบูรณ์ที่สุดภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดหลายอย่างที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่ก็หวังว่าจะเป็นบทเรียนและแนวทางสำหรับผู้สนใจในการพัฒนางานลักษณะนี้ต่อไป

5.4 แนวทางการพัฒนางาน

จากที่ได้ผ่านการทำงานมาทำให้ได้ทราบถึงข้อจำกัด ข้อดี ข้อเสีย บางประการ เนื่องจากการที่งานชิ้นนี้เป็นงานที่เน้นไปทางการใช้ความคิดสร้างสรรค์งานผ่านออกมาทางคอมพิวเตอร์กราฟฟิกซึ่งยังมีข้อจำกัดทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นปัญหาสำคัญ แต่ในอนาคตหากมีฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าที่เป็นอยู่ออกมาก็น่าจะเป็นการง่ายขึ้นในการที่จะหาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะใช้งานได้โดยไม่เกิดปัญหามากนักมาใช้งานได้

แล้วข้อบกพร่องต่างๆในการใช้ภาพและเสียงในการสื่อความหมายในตัวงานน่าจะได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ในอนาคต เนื่องจากเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากน่าจะช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานได้เป็นอย่างดี

ข้อที่น่าสนใจคือน่าจะมีการร่วมมือกันกับสถาบันการศึกษาอื่นๆในการศึกษา ให้ความรู้ และผลิตบุคลากรในสาขานี้ขึ้นมา อันจะเป็นการเปิดโลกทัศน์ทางการศึกษาที่กว้างไกลขึ้นในอนาคตอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ภาพหน้าจอของโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

แนวคิดพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์

กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์



Credit

Help

About

Credit

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผ.ศ. วิชาญ เจริญนิระ

นักศึกษาผู้รับผิดชอบโครงการ

นาย กษิต ตันติราษฎร์

นาย ฉัตร เหลืองโรจนกุล

ออกแบบโปรแกรมมัลติมีเดียทูลบุ๊ก (Multimedia ToolBook II) และออกแบบหน้าจอ

นาย กษิต ตันติราษฎร์

ออกแบบสร้างภาพแอนิเมชัน และให้เสียง - ดนตรีประกอบ

นาย ฉัตร เหลืองโรจนกุล

Back

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HELP

การใช้งานโปรแกรม Thermodynamics CAI Beta Version

โปรแกรมนี้เป็นรุ่นทดลองจากโครงการพิเศษของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชา
ฟิสิกส์ประยุกต์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การใช้งานโปรแกรม

- ปุ่มต่าง ๆ ในโปรแกรม

ปุ่ม **FIRST** เพื่อไปยังหน้าแรก

ปุ่ม **NEXT** เพื่อไปยังหน้าถัดไป

ปุ่ม **PREV.** เพื่อไปยังหน้าก่อน

ปุ่ม  เพื่อเล่นแอนิเมชัน

ปุ่ม  เพื่อหยุดแอนิเมชัน

ปุ่ม  ออกจากโปรแกรม

หมายเหตุ เนื่องจากโปรแกรมนี้ยังไม่สมบูรณ์นัก อาจทำให้เครื่องแฮงค์ได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอาการ
ดังกล่าว ไม่ควรทำดับเบิลคลิกที่ปุ่มเล่นแอนิเมชัน

Back

ABOUT

ซอฟต์แวร์ สื่อประสมวิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้นชุดนี้ เป็นซอฟต์แวร์
เวอร์ชันแรกที่ทำขึ้นเพื่อประโยชน์ทางการศึกษาอันเป็นการนำเสนอ
สื่อและแนวทางใหม่เพื่อช่วยเอื้อประโยชน์ในการเรียนการสอน
วิชาอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น แก่นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป

และเนื่องจากเป็นรุ่นทดลอง อาจมีข้อผิดพลาดบ้างก็ขออภัยมา ณ
ที่นี้ด้วย

กษิดิส ดันติราษฎร์
ณภัทร เหลืองโรจนกุล
(ผู้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม)

Back

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนการคำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดพื้นฐานของอุณหพลศาสตร์

อุณหพลศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับอะไร	กระบวนการต่าง ๆ
อุณหภูมิตามและสมดุลทางอุณหพลศาสตร์	ความจุความร้อน
ระบบและสิ่งแวดล้อม	การขยายตัวของสสาร
ตัวแปรสถานะ	กฎของก๊าซ
แหล่งความร้อน	กฎทรงกลมของก๊าซอุดมคติ

แบบฝึก

อุณหพลศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับอะไร

วิชาอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics)

เป็นวิชาที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ของพลังงานความร้อน
งานเชิงกล และคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบ
โดยมีอุณหภูมิตามเป็นตัวแปรสำคัญ

FIRST PREV. NEXT

อุณหภูมิต่อสมการทางอุณหพลศาสตร์

อุณหภูมิต่ออะไร

สมการทางอุณหพลศาสตร์



FIRST PREV. NEXT

อุณหภูมิต่ออะไร

อุณหภูมิ เป็นตัวแปรทางอุณหพลศาสตร์(Dynamical Variable)
ซึ่งเป็นค่าที่บอกระดับพลังงานภายในของสาร

FIRST PREV. NEXT

สมดุลทางอุณหพลศาสตร์มี 3 ชนิด

สมดุลทางอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamic Equilibrium)
แบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. สมดุลเชิงความร้อน (Thermal Equilibrium)
2. สมดุลเชิงกล (Mechanical Equilibrium)
3. สมดุลเชิงเคมี (Chemical Equilibrium)

โดยถ้าระบบอยู่ในสมดุลทั้ง 3 แบบ เราจะเรียกว่า
ระบบอยู่ในสมดุลทางอุณหพลศาสตร์



FIRST PREV. NEXT

สมดุลเชิงความร้อน

การสมดุลเชิงความร้อน
(Thermal Equilibrium)

ระบบจะถูกเรียกว่าอยู่ในสมดุลเชิงความร้อนเมื่อระบบที่กล่าวถึง
มีอุณหภูมิเท่ากันตลอดสำหรับระบบโดดเดี่ยวและมีอุณหภูมิเท่ากับสิ่ง
แวดล้อมสำหรับระบบไม่โดดเดี่ยว



FIRST PREV. NEXT

สมดุลเชิงกล

การสมดุลเชิงกล (Mechanical Equilibrium)

หมายถึงระบบที่กล่าวถึงมีแรงกระทำต่อทุก ๆ ส่วนของระบบ
เท่ากันตลอด



FIRST PREV. NEXT

สมดุลเชิงเคมี

สมดุลเชิงเคมี (Chemical Equilibrium)

หมายถึงในระบบไม่มีปฏิกิริยาเคมีใดๆ และไม่มีการเคลื่อน
ที่ของส่วนประกอบทางเคมีจากส่วนหนึ่งของระบบไปยังส่วน
อื่น ๆ ของระบบ



FIRST PREV. NEXT

ระบบและสิ่งแวดล้อม

ระบบ มี 3 ชนิด

ระบบโดดเดี่ยว

ระบบปิด

ระบบเปิด



FIRST PREV. NEXT

ระบบ โดดเดี่ยว (Isolated system)

ระบบโดดเดี่ยว (Isolated system)

หมายถึงระบบที่ไม่มีการถ่ายเทพลังงานความร้อน
งานเชิงกล และมวลกับสิ่งแวดล้อม



FIRST PREV. NEXT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรผันสถานะ คืออะไร

ตัวแปรผันสถานะ (State variable) หรือตัวแปรผันทางอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamic variable)

เป็นตัวแปรผันที่ใช้แสดงสถานะใดสถานะหนึ่งของระบบทางอุณหพลศาสตร์ เช่น ความดัน (P) ความหนาแน่น (ρ) อุณหภูมิ (T) และมวลรวมเป็นต้น

ค่าแปรผันสถานะของก๊าซในระบบ

แบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือ

- ก) ตัวแปรผันชนิดอินเทนสีย์ (Intensive variable)
- ข) ตัวแปรผันชนิดเอ็กซเทนสีย์ (Extensive variable)

FIRST PREV. NEXT

ตัวแปรผันชนิดอินเทนสีย์

(Intensive variable)

ตัวแปรผันชนิดอินเทนสีย์ (Intensive variable) ←

หมายถึงตัวแปรที่มีค่าไม่ขึ้นอยู่กับมวลของระบบ เช่น ความดัน (P) อุณหภูมิ (T) และความหนาแน่น (ρ) ซึ่งในระบบของสารเนื้อเดียวกัน (a homogeneous system) ที่อยู่ในสมดุลทางความร้อน ค่าเหล่านี้จะมีค่าเดียวกันทั้งระบบ

FIRST PREV. NEXT

ตัวแปรผันชนิดเอกซ์เทนซีฟ

(Extensive variable)

ตัวแปรผันชนิดเอกซ์เทนซีฟ (Extensive variable)

หมายถึงตัวแปรที่มีค่าขึ้นอยู่กับมวลของระบบ เช่น ปริมาตร ซึ่งเป็น
สัดส่วนต่อมวลของระบบ (V) พลังงานภายในของระบบ (U)
เอนโทรปีของระบบ (S)

FIRST PREV. NEXT

แหล่งความร้อน



แหล่งความร้อน หมายถึง

ระบบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ไม่ว่าจะเป็นการจ่าย
หรือรับความร้อน อาจแยกประเภทได้เป็นแหล่งจ่ายและแหล่งรับ
ความร้อน

FIRST PREV. NEXT

กระบวนการ

กระบวนการ(Process) หมายถึง

วิธีการที่ทำให้เกิดอนุกรม (series)

ของการเปลี่ยนแปลงทีละน้อยในระบบหนึ่ง ๆ ระหว่างสถานะ
เริ่มต้น (Initial state) และสถานะสุดท้าย (Final state)
แบ่งออกได้เป็นสองชนิดคือ

- ก. แบ่งตามความสามารถผันกลับได้
- ข. แบ่งตามการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรสถานะ

FIRST PREV. NEXT

แบ่งตามการสามารถผันกลับสถานะได้

แบ่งตามการสามารถผันกลับสถานะได้

(โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าทั้งระบบและสิ่งแวดล้อม)

จะสามารถแบ่งได้เป็นกระบวนการสองประเภทต่างกัน
กล่าวคือ

- ก. กระบวนการผันกลับได้ (Reversible process)
- ข. กระบวนการผันกลับไม่ได้ (Irreversible process)

FIRST PREV. NEXT

กระบวนการผันกลับได้

(Reversible process)

กระบวนการผันกลับได้ (Reversible process)

คือกระบวนการที่ระบบสามารถที่จะเปลี่ยนกลับไปสู่สถานะก่อนหน้าได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ของสภาพแวดล้อม



FIRST PREV. NEXT

กระบวนการผันกลับไม่ได้

(Irreversible process)

กระบวนการผันกลับไม่ได้ (Irreversible process)

คือกระบวนการที่ระบบไม่สามารถกลับไปสู่สถานะก่อนหน้าได้ หรือถ้ากลับไปสู่สถานะก่อนหน้าได้ ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของระบบ



FIRST PREV. NEXT

แบ่งตามการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรพื้นฐาน

หากจะแบ่งตามการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรพื้นฐานของระบบ

- ก. กระบวนการไอโซเทอร์มอล
- ข. กระบวนการไอโซเมตริก
- ค. กระบวนการไอโซบาริก
- ง. กระบวนการอะไดแบติก
- จ. กระบวนการกึ่งสถิตย์

FIRST PREV. NEXT

กระบวนการไอโซเทอร์มอล

กระบวนการไอโซเทอร์มอล (Isothermal process)

หมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยที่อุณหภูมิของระบบคงที่

FIRST PREV. NEXT

กระบวนการไอโซเมตริก

กระบวนการไอโซเมตริกหรือกระบวนการไอโซโวลูมิก
(Isometric or Isovolumic process)

หมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของระบบ โดยที่ปริมาตรคงที่



FIRST PREV. NEXT

กระบวนการไอโซबारิก

กระบวนการไอโซबारิก (Isobaric process)

หมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยที่มีความดันคงที่



FIRST PREV. NEXT

กระบวนการอะไดอะเบติก

การบวนการอะไดอะเบติก (Adiabatic process)

หมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนความร้อน
ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม



FIRST PREV. NEXT

กระบวนการกึ่งสถิตย์

กระบวนการกึ่งสถิตย์ (Quasi-static process)

หมายถึงกระบวนการซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็ก ๆ น้อย ๆ ใกล้เคียง
สถานะสมดุลทางอุณหพลศาสตร์เดิมของระบบ



FIRST PREV. NEXT

ค่าความจุความร้อน

ความจุความร้อนของสสาร (Thermal capacity of matter) หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารทั้งก้อนมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งองศาเมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อนนี้

ให้ C แทนความจุความร้อนของสสาร

dQ แทนปริมาณความร้อนน้อยๆ ที่สสารได้รับหรือคายออก

dT แทนอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปของสสาร เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน dQ

จะได้เป็นสมการ

$$C = \frac{dQ}{dT}$$

สามารถแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ 1. ความจุความร้อนจำเพาะ

2. ความจุความร้อนสัมบูรณ์

FIRST PREV. NEXT

ความจุความร้อนจำเพาะ

ความจุความร้อนจำเพาะ

คือความจุความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวล

หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารมวล 1 กิโลกรัม

มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เซลเซียส หนึ่งองศาเมื่อได้รับ

หรือคายความร้อนนี้

FIRST PREV. NEXT

ความจุความร้อนเชิงโมล

Molar thermal capacity

ความจุความร้อนเชิงโมล (Molar thermal capacity)

หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารจำนวนหนึ่งโมล มีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งองศาเซลเซียส เมื่อได้รับหรือคายความร้อนนี้

ให้ c แทน ความจุความร้อนเชิงโมล

dQ แทน ปริมาณความร้อนน้อยๆ ที่สสารได้รับหรือคายออก

dT แทน อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปของสสาร เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน dQ

n แทน จำนวนโมลของสสาร

จะได้เป็นสมการว่า

$$c = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)$$

FIRST PREV. NEXT

การขยายตัวของสสาร (Expansion)

การขยายตัวของสสาร (Expansion) แบ่งได้เป็นสามวิธี คือ

ก. การขยายตัวเชิงเส้น (Linear Expansion)

ข. การขยายตัวเชิงพื้นที่ (Surface Expansion)

ค. การขยายตัวเชิงปริมาตร (Cubical Expansion)

FIRST PREV. NEXT

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายตัวเชิงเส้น (Linear Expansion)

31

การขยายตัวเชิงเส้น (Linear Expansion)

ของแข็งที่มีลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ เมื่อมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ของแข็งนั้นมีความยาวเพิ่มขึ้น

ให้ α แทนสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น (coefficient of linear expansion)

α เป็นอัตราส่วนของการ

เปลี่ยนแปลงความยาวต่อหนึ่งหน่วยอุณหภูมิ

L_t แทนความยาวของของแข็งที่อุณหภูมิใดๆ $T^\circ\text{C}$

L_0 แทนความยาวของของแข็งที่อุณหภูมิ 0°C ($T_1 \ll$)

ได้สมการว่า

$$L_t = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$



FIRST PREV. NEXT

การขยายตัวเชิงพื้นที่ (Surface Expansion)

32

การขยายตัวเชิงพื้นที่ (Surface Expansion)

ของแข็งแผ่นบางๆ เมื่อได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอตลอดแผ่น จะทำให้ของแข็งแผ่นนั้นขยายตัวออกทั้งด้านกว้างด้านยาว

ให้ β แทนสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงพื้นที่ (coefficient of surface expansion)

A_0 แทนพื้นที่ของแข็งที่มีขนาด A_0 ที่ 0°C

A_t แทนพื้นที่ของของแข็งที่มีขนาด A_t เมื่อของแข็งมีอุณหภูมิสม่ำเสมอ t ตลอดทั้งแผ่น

จะได้สมการสำหรับสารไอโซโทรปิก (สารที่เหมือนกันทุกทิศทุกทาง) ว่า

$$A_t = A_0 (1 + \beta \Delta T) \quad \text{และ} \quad \beta = 2\alpha$$



FIRST PREV. NEXT

การขยายตัวเชิงบาศก์ (Cubical Expansion)

33

การขยายตัวเชิงบาศก์ (Cubical Expansion)

ของแข็งที่อยู่ในลักษณะลูกบาศก์ เมื่อได้รับความร้อนแล้วปริมาตรจะเพิ่มขึ้น ลูกบาศก์แต่ละด้านยาว l_0 ที่อุณหภูมิ 0°C ถูกเผาให้ร้อนอย่างสม่ำเสมอถึงอุณหภูมิ $t^\circ\text{C}$ ใดๆ

ให้ V_0 แทนปริมาตรของลูกบาศก์ของของแข็งที่อุณหภูมิ 0°C

V_t แทนปริมาตรของลูกบาศก์ของของแข็งที่อุณหภูมิ $t^\circ\text{C}$

γ แทนสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงบาศก์ (coefficient of cubical expansion)

จะได้สมการเป็น (สำหรับสารไอโซโทรปิก)

$$V_t = V_0(1 + 3\alpha t)$$

$$V_t = V_0(1 + \gamma t), \gamma = 3\alpha$$



FIRST PREV. NEXT

กฏของก๊าซ (Gas Laws)

34

กฏของก๊าซ (Gas Laws)

เราสามารถแบ่งได้ตามการพิจารณาตามประเภทของก๊าซ ได้ 2 ประเภทคือ

ก๊าซอุดมคติ (Ideal Gas)

ก๊าซจริง (Real Gas)



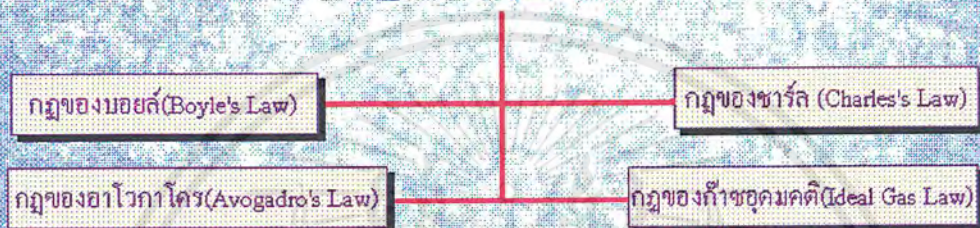
FIRST PREV. NEXT

ก๊าซอุดมคติ หรือ ก๊าซสมบูรณ์ (Ideal Gas or Perfect Gas)

ก๊าซอุดมคติ หรือ ก๊าซสมบูรณ์ (Ideal Gas or Perfect Gas) หมายถึงก๊าซที่มีเฉพาะพลังงานจลน์โมเลกุลในโมเลกุลอิสระระหว่างอะตอมหรือโมเลกุลของก๊าซ และไม่มีแรงดึงดูดหรือแรงผลักกันระหว่างโมเลกุล

ก๊าซทั่วไปที่มีความหนาแน่นน้อยมาก ที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศ จะถือว่าเป็นก๊าซอุดมคติได้

กฎของก๊าซอุดมคติแบ่งเป็น



FIRST PREV. NEXT

กฎของบอยล์ (Boyle's Law)

กฎของบอยล์(Boyle's Law)

กล่าวว่า "ที่อุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ ผลคูณของความดันและปริมาตรของก๊าซจะเป็นค่าคงที่ตามสมการ $P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{ค่าคงที่}$ "



FIRST PREV. NEXT

กฎของชาร์ล - เกย์ลูสแซก (Charles's and Gay Lussac's Law)

กฎของชาร์ล - เกย์ลูสแซก (Charles's and Gay Lussac's Law)

กล่าวว่า "ในระบบที่มวลและความดันคงที่
อัตราส่วนระหว่างปริมาตรต่ออุณหภูมิจะมีค่าคงที่"
ตามสมการ $V_1/T_1 = V_2/T_2 = \text{ค่าคงที่}$



FIRST PREV. NEXT

กฎของอาโวกาโดร (Avogadro's Law)

กฎของอาโวกาโดร (Avogadro's Law)

กล่าวได้สองแง่ คือ

ก๊าซอุดมคติต่างกันสองชนิดที่มีปริมาตรเท่ากัน

ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน และ

ก๊าซหนึ่งโมลที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน (STP)

จะมีค่าเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม หรือโมเลกุล



FIRST PREV. NEXT

กฎของก๊าซอุดมคติ (Ideal Gas Law)

กฎของก๊าซอุดมคติ (Ideal Gas Law)

กล่าวว่า “ในระบบที่มวลคงที่อัตราส่วนระหว่างผลคูณของความดันกับปริมาตร ต่ออุณหภูมิจะมีค่าคงที่” ตามสมการ

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



FIRST PREV. NEXT

ก๊าซจริง (Real Gas)

ก๊าซจริง (Real Gas)

คือก๊าซที่ไม่ประพฤติตัวไปตามสมการของก๊าซอุดมคติ มักจะเกิดจากกรณีที่ก๊าซมีความหนาแน่นสูง ซึ่งก๊าซจริงจะสามารถอธิบายได้ด้วย “สมการแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals's Law)”

ตามสมการ

$$\left[P + \left(\frac{a}{V_m^2} \right) \right] (V_m - b) = nRT$$

โดย a, b เป็นค่าคงที่สำหรับก๊าซแต่ละชนิด
n จำนวนโมลของก๊าซนั้น



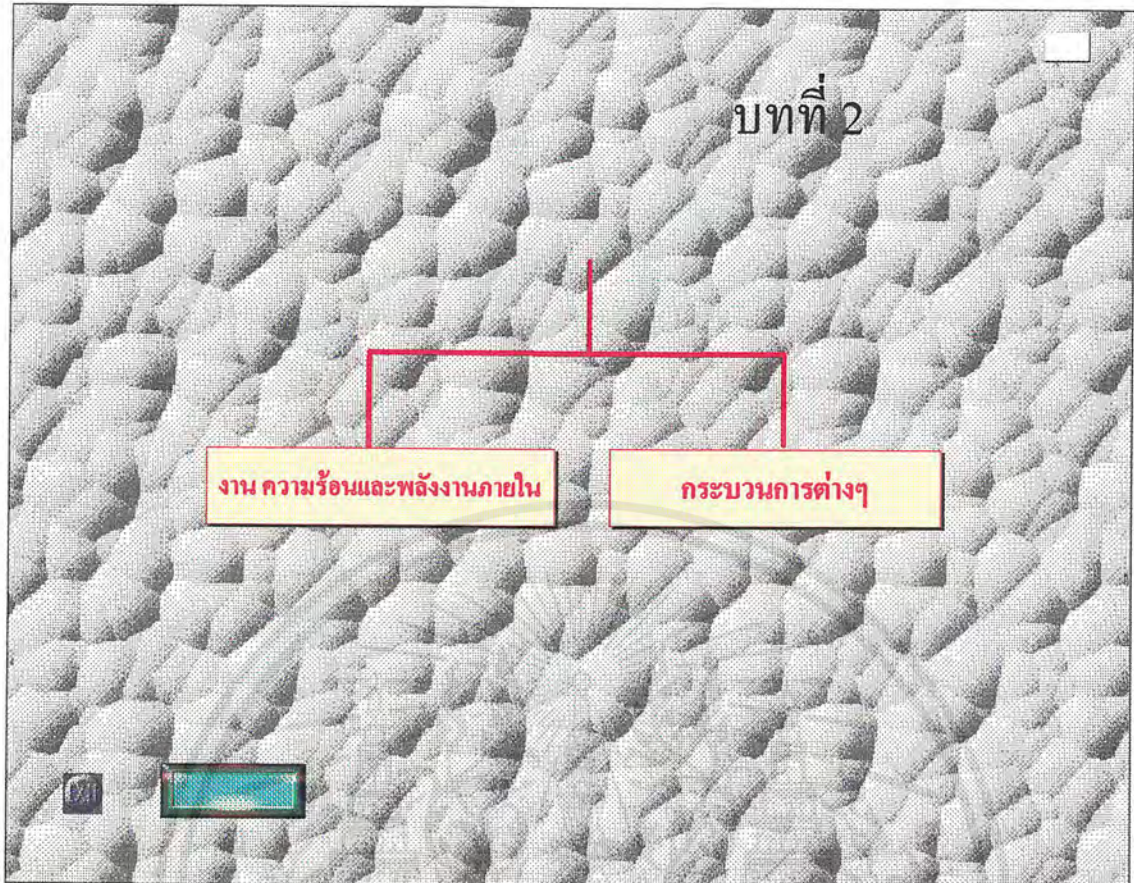
FIRST PREV. NEXT

ทฤษฎีจลน์ของก๊าซอุดมคติ

เมื่อกล่าวถึงความดัน หรืออุณหภูมิของก๊าซซึ่งประกอบด้วยอะตอม
จำนวนมหาศาล ดังนั้นการอธิบายพฤติกรรมของอะตอมเหล่านี้ ไม่จำเป็นต้องสนใจ
โมเมนตัมของอะตอมแต่ละตัว แต่ให้ดูของวิภาคศาสตร์หรืออธิบายพฤติกรรมของอะตอมพร้อมกัน
ทุกอะตอมในเชิงสถิติ ก๊าซที่นำมาศึกษานี้คือก๊าซอุดมคติซึ่งมีลักษณะเป็นดังนี้
จำลองของก๊าซที่สร้างขึ้น เพื่อให้สามารถอธิบายสมบัติต่างๆของก๊าซได้

FIRST PREV.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำว่าพลังงานภายในนั้นสำหรับสารโดยทั่วไปจะเป็นผลบวกของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของโมเลกุลในวัตถุ แต่สำหรับก๊าซอุดมคติ (Ideal gas) แล้วพลังงานภายในจะหมายถึงผลรวมของพลังงานจลน์เท่านั้น เพราะก๊าซอุดมคติจะไม่มีพลังงานศักย์มาเกี่ยวข้องด้วย ยกตัวอย่างเช่น การเผา หรือให้ความร้อนแก่กระบอกสูบ ก๊าซในกระบอกสูบจะขยายตัว และดันแกนฝาสูบออกมา รวมทั้งอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้ได้

FIRST PREV. NEXT

กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ คือ
พลังงานภายในที่เปลี่ยนไป + งานที่กระทำโดยระบบ หรือบนระบบ =
ปริมาณความร้อนที่ให้เข้าไป หรือคายออกมา

ได้เป็นสมการ $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

โดย ΔQ คือ ปริมาณความร้อนที่ให้เข้าไปหรือคายออกมา

ΔU คือ พลังงานภายในที่เปลี่ยนไป

ΔW คือ งานที่กระทำโดยระบบหรือกระทำบนระบบ

FIRST PREV. NEXT

กระบวนการต่าง ๆ

กระบวนการอุณหภูมิกคงที่

กระบวนการปริมาตรคงที่

กระบวนการความดันคงที่

กระบวนการไม่ถ่ายเทความร้อน

FIRST PREV. NEXT

กระบวนการอุณหภูมิกคงที่

ถ้าระบบมีอุณหภูมิกคงที่ (พลังงานภายในของก๊าซไม่เพิ่มขึ้น)

จากความสัมพันธ์ $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ จะได้ค่า $\Delta U = 0$

เพราะ $\Delta U = nk\Delta T$ และ $\Delta T = 0$

ดังนั้น $\Delta U = 0$

จึงได้ความสัมพันธ์ใหม่เป็น $\Delta Q = \Delta W$



FIRST PREV. NEXT

กระบวนการปริมาตรคงที่

เมื่อเราเผาก๊าซโดยไม่ให้ปริมาตรเปลี่ยน ก๊าซจะไม่สามารถทำงานได้เลย ดังนั้นงานจะเป็นศูนย์ จากความสัมพันธ์

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

จะได้ความสัมพันธ์ใหม่เป็น $\Delta Q = \Delta U$ คือความร้อนที่ก๊าซรับเอาไว้ จะกลายเป็นพลังงานภายในทั้งหมด

จาก

$$\Delta Q = mc\Delta T \quad \text{ได้เป็น} \quad c = \frac{1}{m} \left(\frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)$$

ดังนั้นกรณีปริมาตรก๊าซคงที่

$$c_v = \frac{1}{m} \left(\frac{\Delta U}{\Delta T} \right)$$

(1)



FIRST PREV. NEXT

สำหรับก๊าซอุดมคติ พลังงานภายใน (U) ทั้งหมดจะอยู่ในรูปของพลังงานจลน์ของการเคลื่อนที่ดังนี้

$$U = N \left(\frac{3}{2} kT \right) = \frac{3}{2} NkT$$

โดย

N = จำนวนโมเลกุล

$\frac{3}{2} kT$ = ค่าเฉลี่ยของพลังงานแต่ละตัว (มี N ตัว)

ดังนั้นจากสมการที่ (1) จะทำให้เราได้ว่า ความจุความร้อนจำเพาะ = $\left(\frac{3k}{2m} \right)$

FIRST PREV. NEXT

กระบวนการความดันคงที่

ถ้าก๊าซในกระบอกสูบได้รับความร้อนในขณะที่มีความดันคงที่ ก๊าซจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น พร้อมกับขยายตัวทำงานดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไป โดยความร้อนที่ก๊าซรับไว้ส่วนหนึ่งใช้ในการเพิ่มพลังงานภายในของก๊าซ และอีกส่วนหนึ่งจะกลับคืนไปให้สิ่งแวดล้อมในรูปของงานได้ความสัมพันธ์

$$\Delta Q = \Delta U + P\Delta V$$

FIRST PREV. NEXT

กระบวนการไม่ถ่ายเทความร้อน

เมื่อเราทำให้ก๊าซที่บรรจุในภาชนะที่หุ้มฉนวนมีปริมาตรเปลี่ยนไป หรือเมื่อเราเปลี่ยนปริมาตรโดยฉับพลันจนก๊าซไม่ทันหรือไม่ได้แลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งแวดล้อม จะได้กระบวนการ **ความร้อนคงที่** <adiabatic process> ซึ่งคือการถ่ายเทความร้อนเป็นศูนย์ จากกฎข้อที่หนึ่ง จะได้

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W \quad \text{แต่} \quad \Delta Q = 0$$

จึงได้

$$\Delta U = -\Delta W$$

คือพลังงานภายในเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับงาน หมายถึงก๊าซต้องใช้พลังงานภายในในการขยายหรือหดตัว สิ่งแวดล้อมต้องทำงานให้แก่ระบบแล้วเปลี่ยนงานเป็นพลังงานภายใน ซึ่งทำให้ก๊าซมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป



FIRST PREV.

กระบวนการไม่ถ่ายเทความร้อน

เมื่อเราทำให้ก๊าซที่บรรจุในภาชนะที่หุ้มฉนวนมีปริมาตรเปลี่ยนไป หรือเมื่อเราเปลี่ยนปริมาตรโดยฉับพลันจนก๊าซไม่ทันหรือไม่ได้แลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งแวดล้อม จะได้กระบวนการ **ความร้อนคงที่** <adiabatic process> ซึ่งคือการถ่ายเทความร้อนเป็นศูนย์ จากกฎข้อที่หนึ่ง จะได้

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W \quad \text{แต่} \quad \Delta Q = 0$$

จึงได้

$$\Delta U = -\Delta W$$

คือพลังงานภายในเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับงาน หมายถึงก๊าซต้องใช้พลังงานภายในในการขยายหรือหดตัว สิ่งแวดล้อมต้องทำงานให้แก่ระบบแล้วเปลี่ยนงานเป็นพลังงานภายใน ซึ่งทำให้ก๊าซมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป



FIRST PREV.

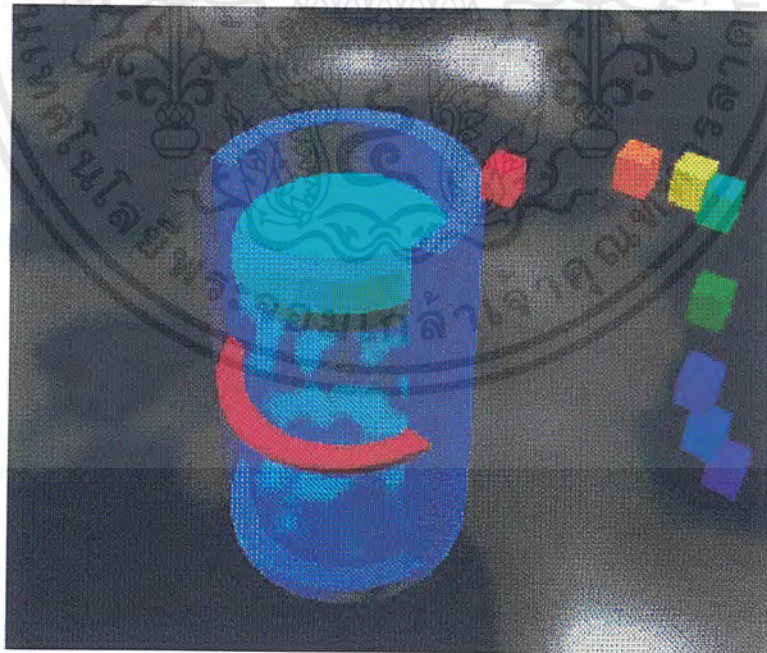
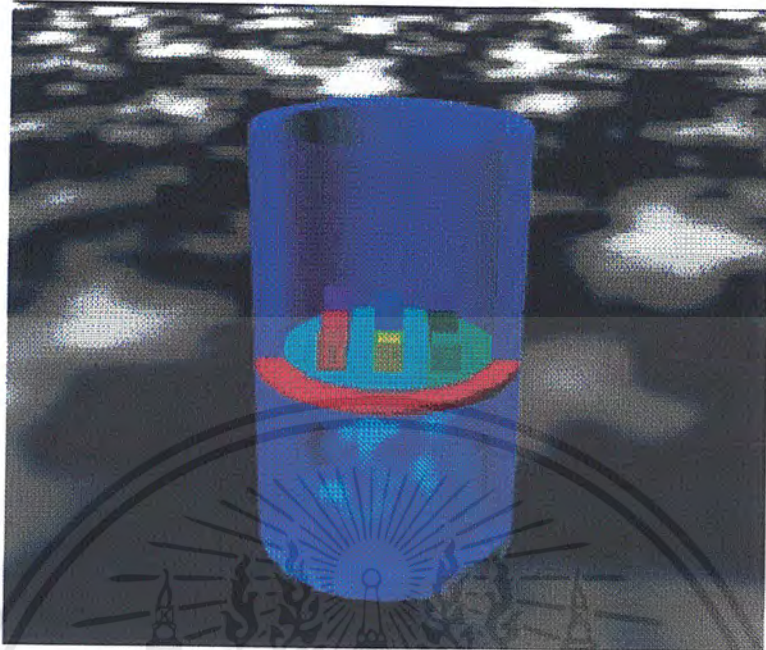
ภาคผนวก ข

ตัวอย่างภาพนิ่งแสดงสื่อประกอบเนื้อหา



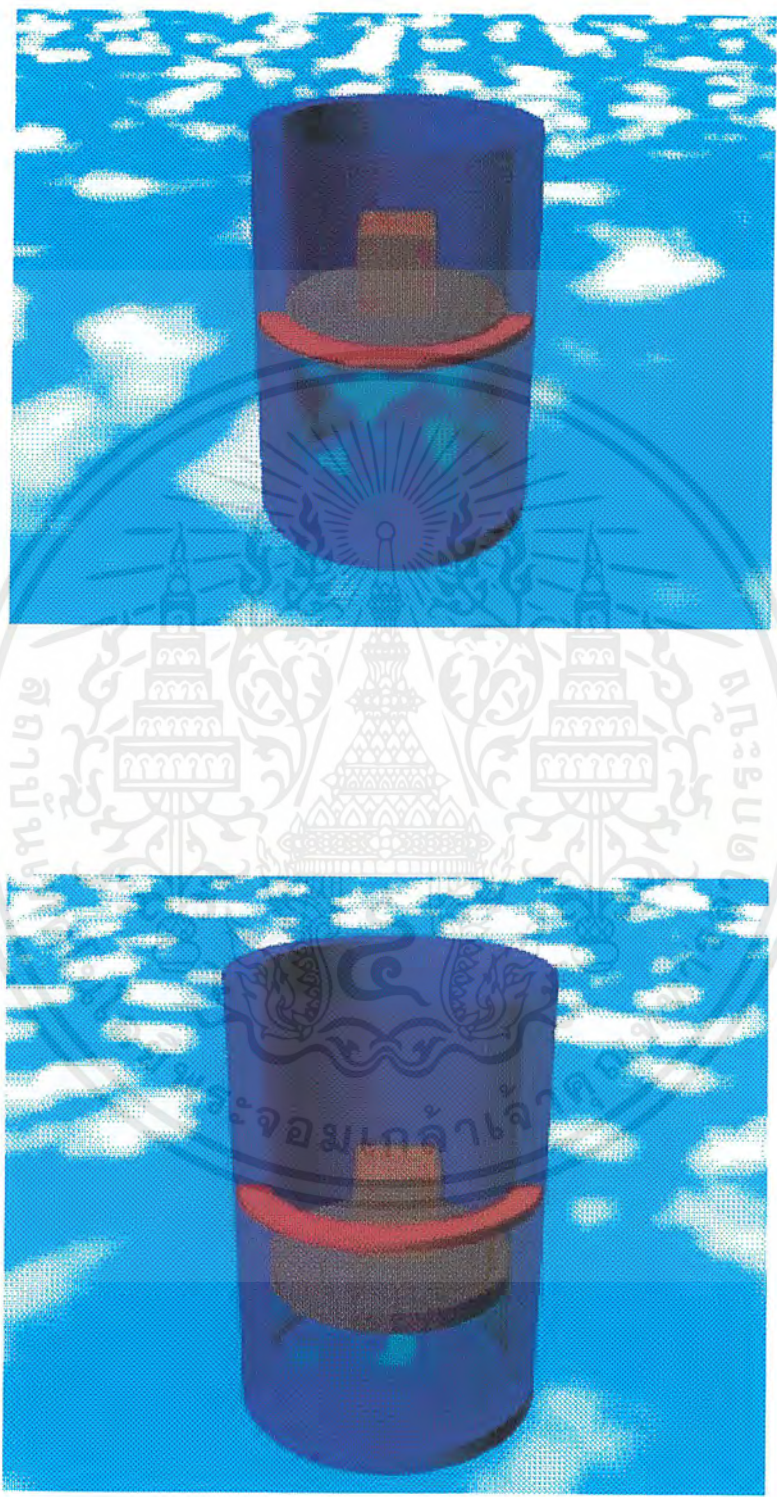
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผันกลับได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผันกลับไม่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายตัวเชิงเส้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายตัวเชิงพื้นที่



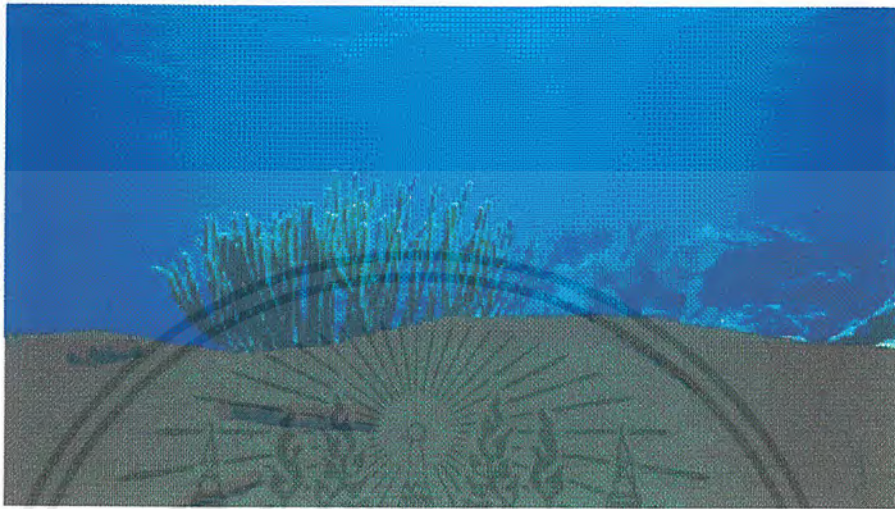
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายตัวเชิงปริมาตร



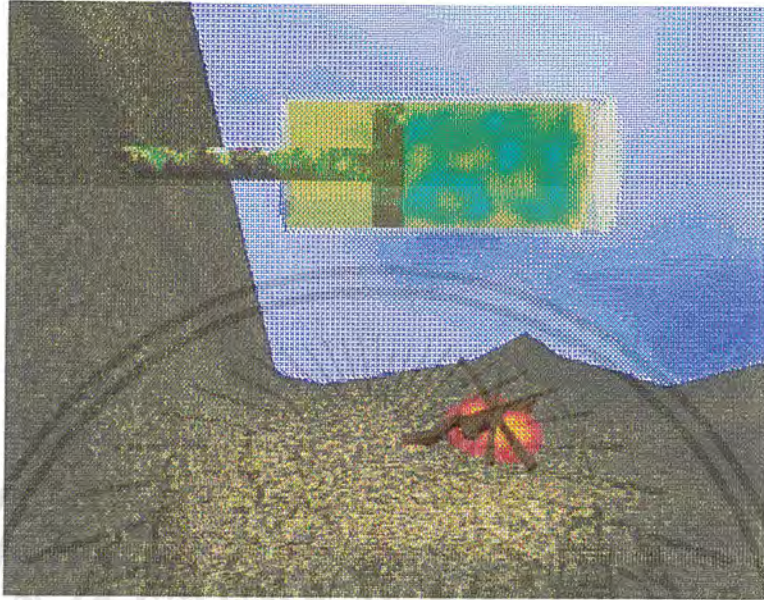
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎของบอยล์



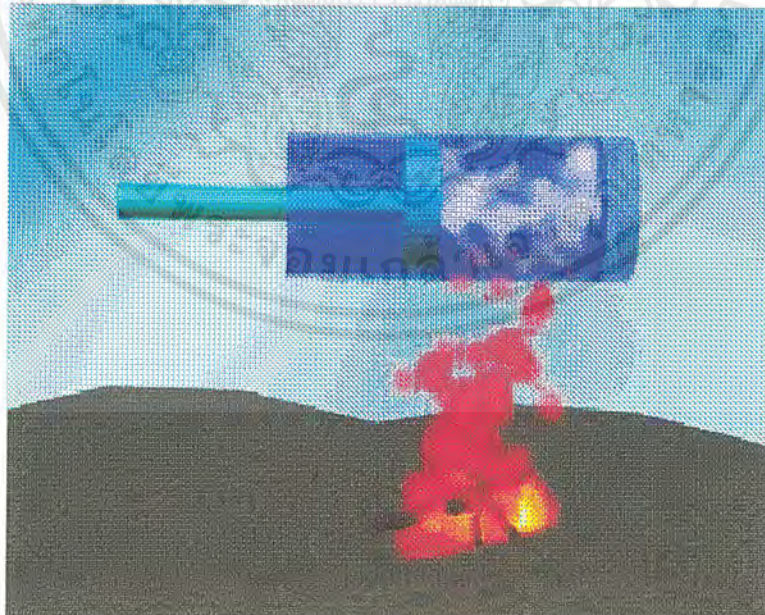
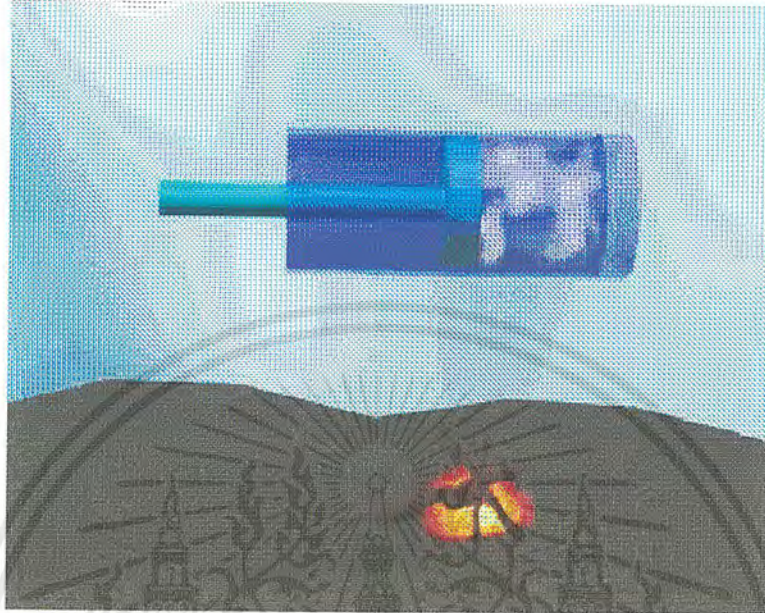
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการปริมาตรคงที่



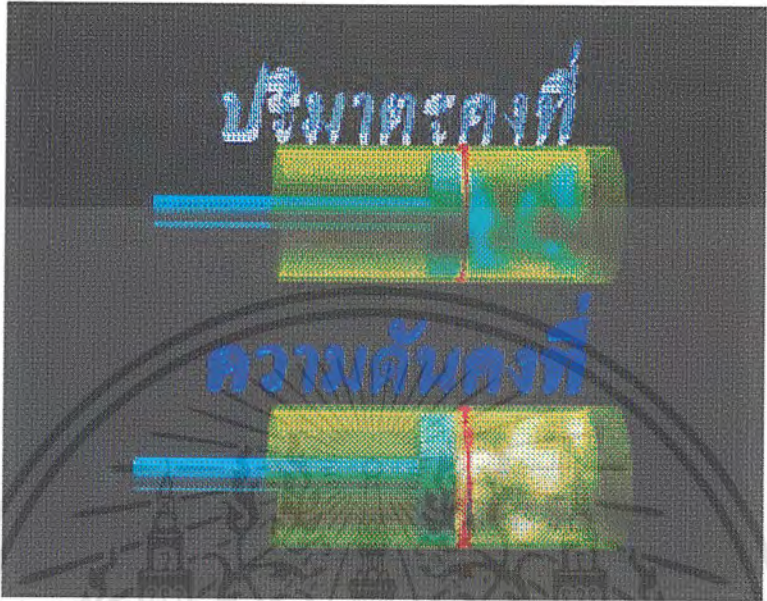
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการอุกทกมิตดงที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการความดันคงที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการความร้อนคงที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- 1 สมบัติ เครือทอง , คู่มือการใช้โปรแกรม Multimedia ToolBook 4.0 สำหรับวินโดวส์ ,
กรุงเทพ : ซีเอ็ดยุคเคชั่น , 2540 304 หน้า
- 2 รัชชัย งามสันติวงศ์ , มัลติมีเดีย ToolBook หลักการพัฒนางานคอมพิวเตอร์ระบบ
มัลติมีเดีย , กรุงเทพ : 21 เซ็นจูรี , 2540 301 หน้า
- 3 ศุภพงศ์ เลิศสินธวานนท์ , ก้าวสู่โลกสามมิติ คู่มือการใช้ 3D Studio MAX 2.5 ,
บริษัท ชัคเชส มีเดีย จำกัด , 430 หน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย ณภัทร เหลืองโรจนกุล เกิดเมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2519 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเซนต์ดอมินิก และได้เข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาที่ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และจบการศึกษาในปีการศึกษา 2541

นาย กษิตส์ ตันติราษฎร์ เกิดเมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้เข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาที่ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และจบการศึกษาในปีการศึกษา 2541



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้