

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงานวิจัย

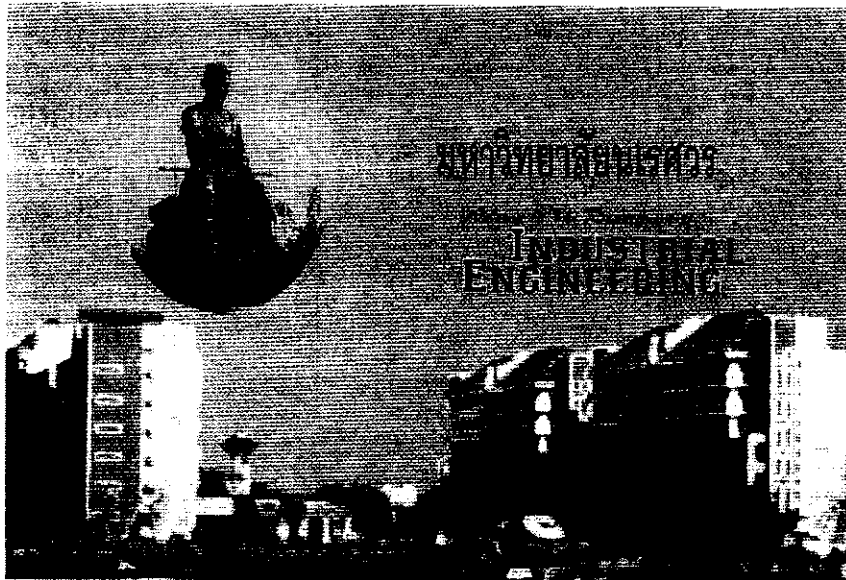
#### 4.1 ผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานวิจัยได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนิสิตวิศวกรรมในรูปแบบของ CD-ROM ที่มีความจุ 686 MB

#### 4.2 รูปร่างโปรแกรม

เมื่อเริ่ม โปรแกรมก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหา จะปรากฏหน้าจอที่แสดงดังรูปที่ 4.1 ซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ชื่อของมหาวิทยาลัย
- ชื่อคณะของผู้จัดทำ



รูปที่ 4.1 ส่วนที่หนึ่งก่อนเข้าโปรแกรม

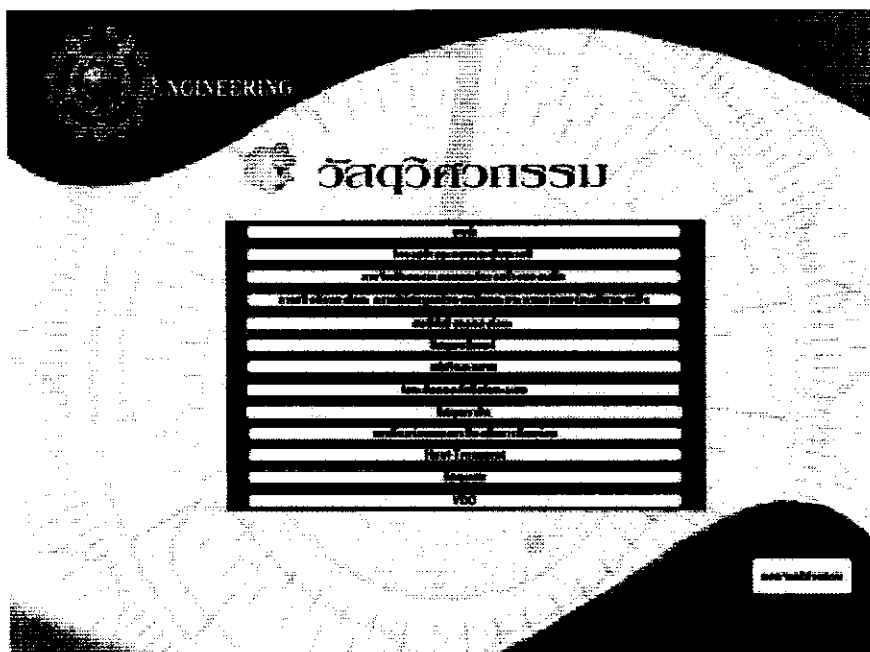
หน้าจอส่วนที่สองจะปรากฏขึ้นโดยอัตโนมัติดังรูปที่ 4.2 ซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.2 ส่วนที่สองก่อนเข้าโปรแกรม



- ชื่อหัวข้อ โครงการงาน
- ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงาน
- ชื่อผู้จัดทำโครงการงาน

เมื่อโปรแกรมแสดงรูปที่ 4.2 สิ้นสุดลงก็จะปรากฏหน้าจอเมนูหลักโดยอัตโนมัติตามรูปที่ 4.3

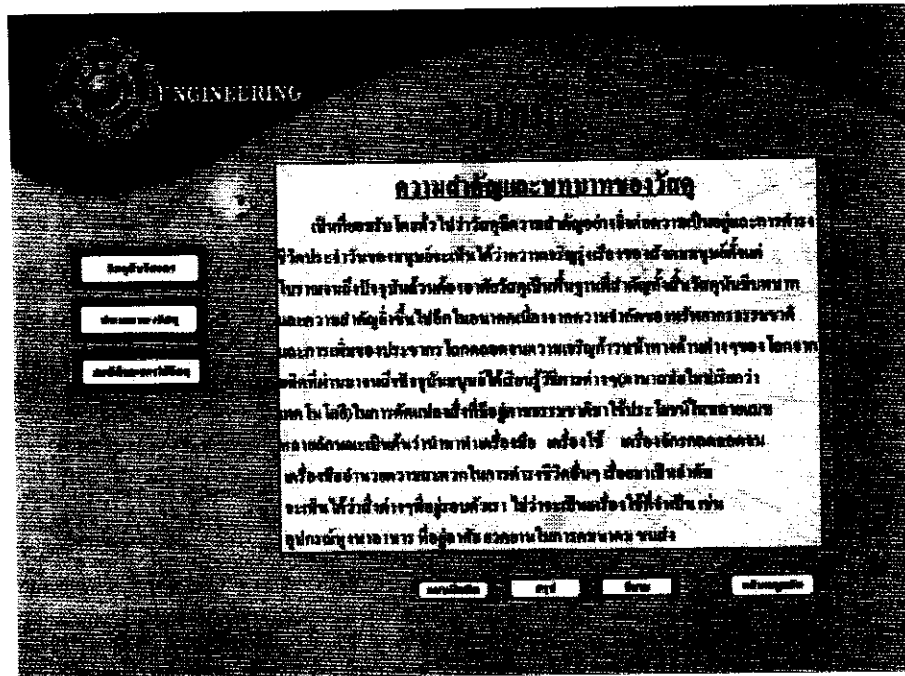


รูปที่ 4.3 เมนูหลักโปรแกรมช่วยสอนวิชา วิศวกรรม

หน้าจอบทเรียนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาและรายละเอียดของแต่ละบทและส่วนปุ่ม ออกเมื่อต้องการออกจากโปรแกรมช่วยสอนนี้

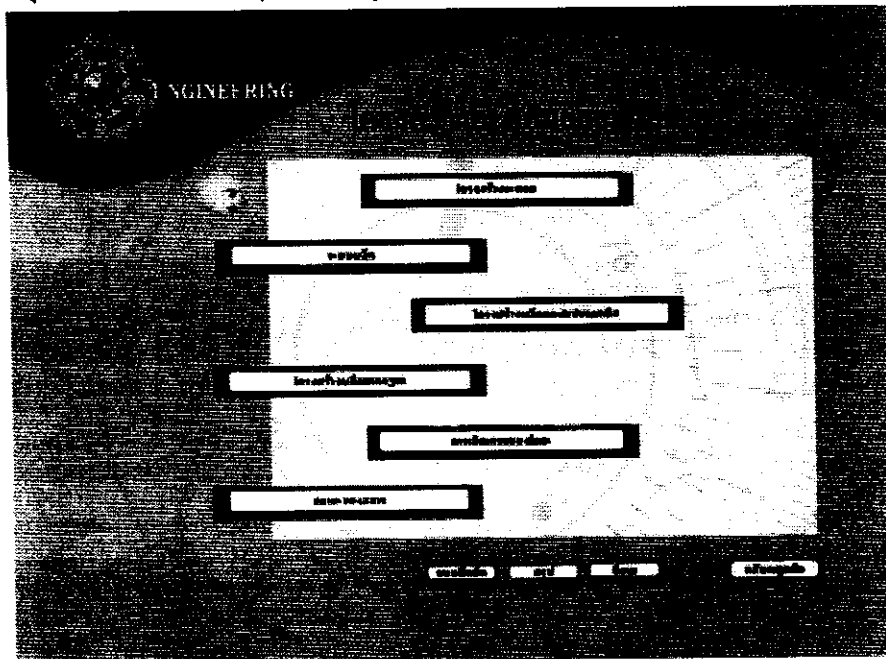
#### 4.2.1 เนื้อหาบทเรียน

เมื่อกดปุ่ม บทนำ จะปรากฏหน้าจอบทเรียนตามรูปที่ 4.4 ในหน้าจอของบทเรียนจะประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ ความสำคัญและบทบาทของวัสดุ , วัสดุกับวิศวกร , ประเภทของวัสดุ , สมบัติและการเลือกใช้วัสดุ , สรุป , นิยามและปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อกดที่ปุ่มเมนูก็จะกลับไปยังหน้าจอบทเรียนหลัก



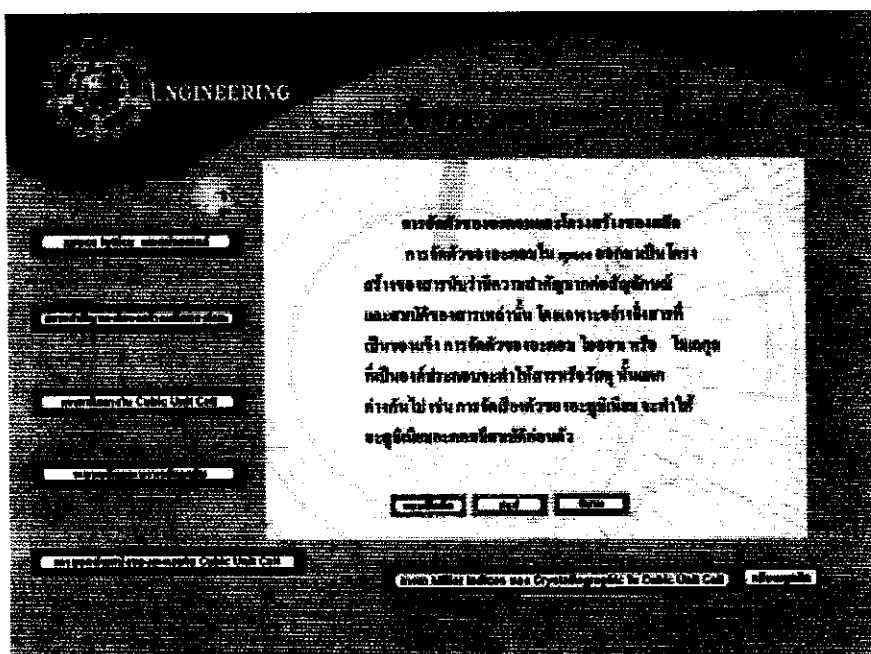
รูปที่ 4.4 หน้าจอของบหน้าวิชาวิศวกรรม

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ ปุ่มหัวข้อ โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมีก็จะปรากฏรูปที่ 4.5 ในหน้าจอของบทเรียนจะประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ โครงสร้างของอะตอม , พันธะอะตอมและพันธะโมเลกุล , สรุปล , นิยาม และและปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มเมนูก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก



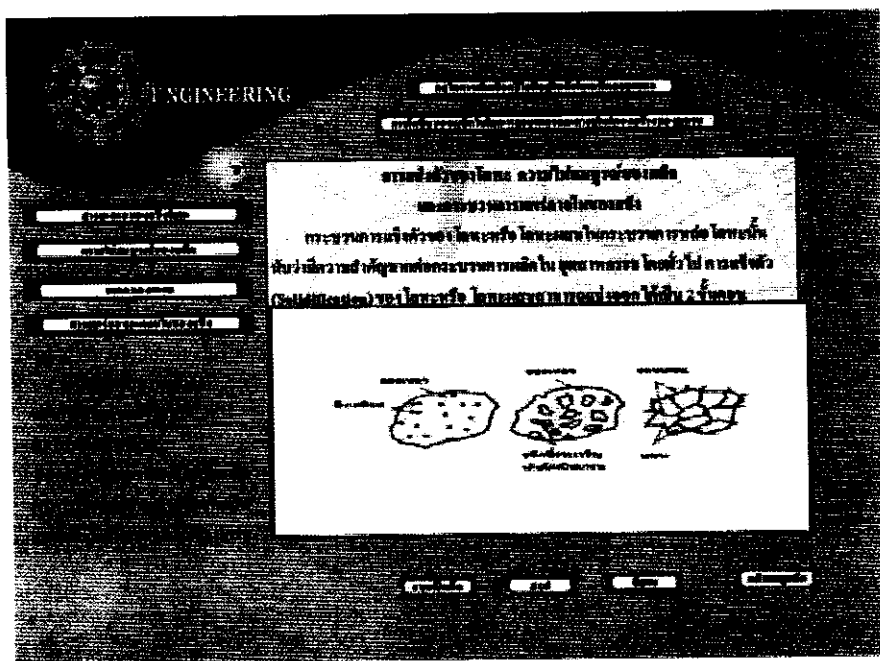
รูปที่ 4.5 หน้าจอของโครงสร้างพันธะอะตอม

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ การจัดเรียงตัวของอะตอมและ โครงสร้างของผลึกจะปรากฏ ดังรูปที่ 4.6 ในหน้าจอของบทเรียนจะประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ space lattice และหน่วยเซลล์ , ระบบผลึกและบราวน์แลตทิซ , ความสำคัญของโครงสร้างผลึกของโลหะ , การบอกตำแหน่งของ อะตอมใน Cubic Unit Cell , การหาทิศทางใน Cubic Unit Cell , การหา Miller Indices ของ Crystallographic ใน Cubic Unit Cell , สรุป , นิยาม และปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มเมนูก็จะ กลับไปยัง



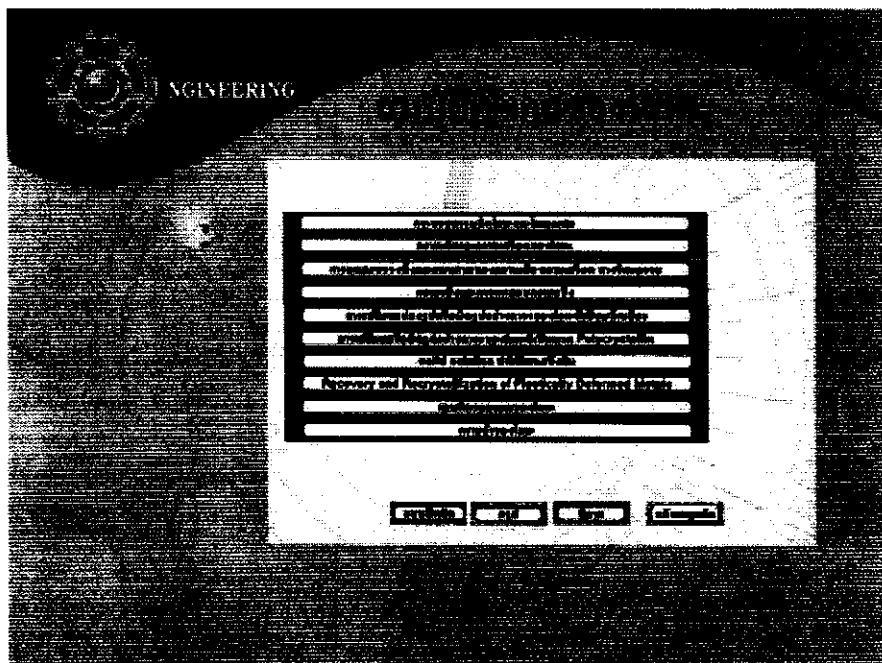
รูปที่ 4.6 หน้าจอของการจัดตัวของอะตอมและ โครงสร้างของผลึก

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ การแข็งตัวของโลหะ ความไม่สมบูรณ์ของผลึกและ กระบวนการแพร่ภายในของแข็งจะปรากฏดังรูปที่ 4.7 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบด้วย เนื้อหาต่างๆ ได้แก่ กลไกการเกิดนิวคลีไอที่อยู่ในตัวโลหะที่หลอมเหลว , การโตขึ้นของผลึกใน โลหะหลอมเหลวและการเกิด โครงสร้างของเกรน , สารละลายของแข็งโลหะ , ความไม่สมบูรณ์ ของผลึก , ขนาดของเกรน , การแพร่ของอะตอมในของแข็ง , สรุป , นิยาม และปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มเมนูก็จะกลับ ไปยังหน้าจอเมนูหลัก



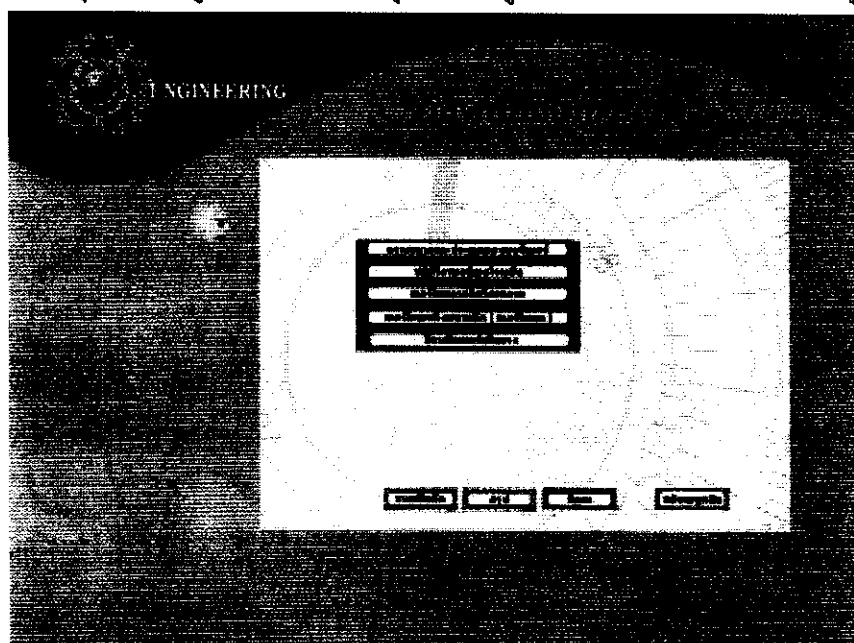
รูปที่ 4.7 หน้าจอของการแข็งตัวของโลหะ ความไม่สมบูรณ์ของผลึกและกระบวนการแพร่ภายในของแข็ง

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ สมบัติเชิงกลของโลหะ จะปรากฏดังรูปที่ 4.8 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ กระบวนการผลิตโลหะและโลหะผสม , ความเค้นและความเครียดของโลหะ , การทดสอบแรงดึงและแผนภาพของความเค้นและความเครียดทางวิศวกรรม , ความแข็งและการทดสอบความแข็ง , การเปลี่ยนแปลงรูปหรือผิดรูปอย่างถาวรของโลหะที่เป็นผลึกเดี่ยว , การเปลี่ยนแปลงหรือการผิดรูปอย่างถาวรของโลหะที่เป็นพวก Polycrystallin , Solid solution ทำให้โลหะแข็งขึ้น , Recovery and Recrystallization of Plastically Deformed Metals , การเกิดรอยแตกของโลหะ , ความล้าของโลหะ , สรूप , นิยาม และปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มเมนูก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก



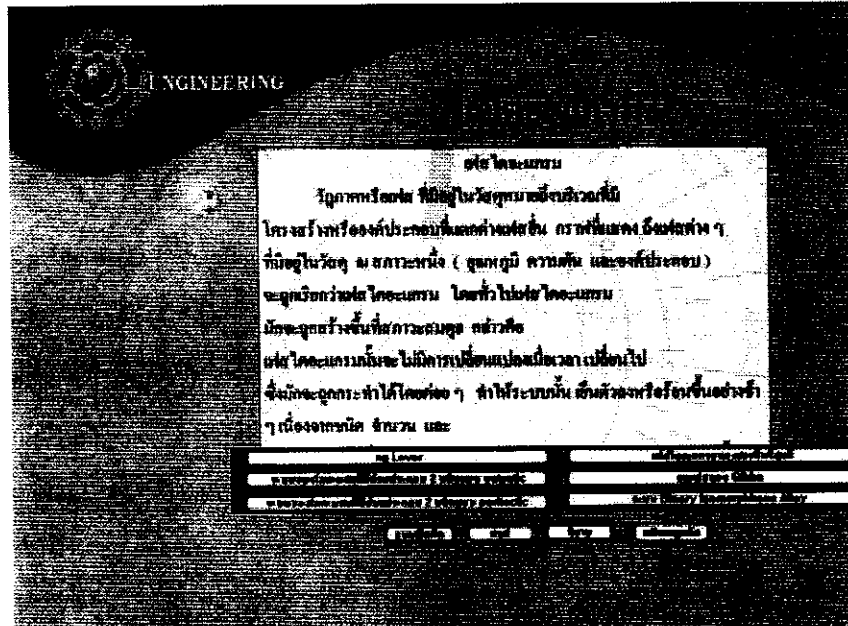
รูปที่ 4.8 หน้าจอของสมบัติเชิงกลของโลหะ

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ วัสดุพอลิเมอร์ จะปรากฏดังรูปที่ 4.9 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ ความหมายและประเภทของพอลิเมอร์ , ปฏิกริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน , เทอร์โมพลาสติกวิศวกรรม , เทอร์โมเซตติงพลาสติก , อีลาสโตเมอร์หรือยาง , สรูป , นิยามและปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มกลับเมนูหลักก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก



รูปที่ 4.9 หน้าจอของวัสดุพอลิเมอร์

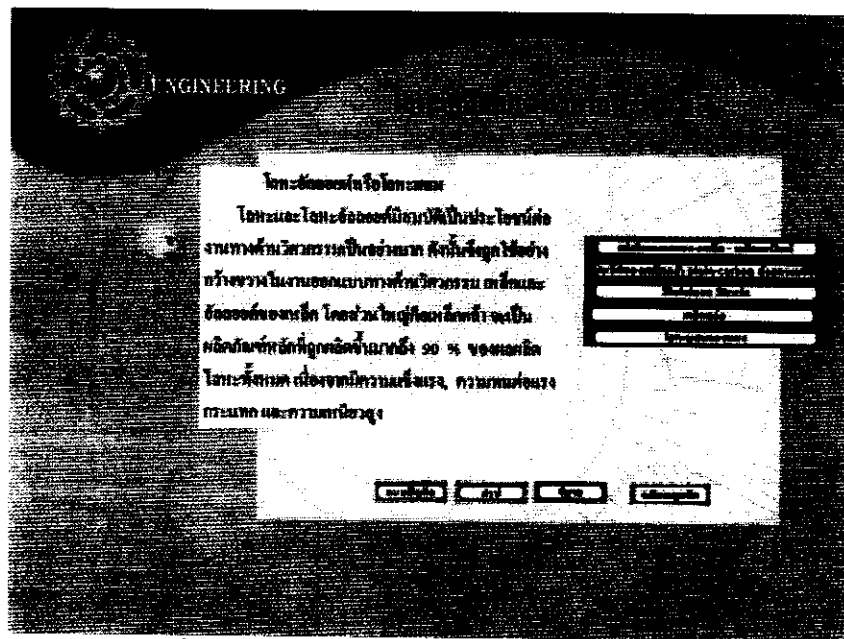
เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ เฟสโคอะแกรมจะปรากฏดังรูปที่ 4.10 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ เฟสโคอะแกรมของสารที่บริสุทธิ์ , กฎเฟสของ Gibbs , ระบบ Binary Isomorphous Alloy , กฎ Lever , ระบบของโลหะผสมที่มีส่วนประกอบ 2 ชนิดแบบ eutectic , ระบบของโลหะผสมที่มีส่วนประกอบ 2 ชนิดแบบ peritectic , สรุปรูป , นิยาม และปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มเมนูก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก



รูปที่ 4.10 หน้าจอของเฟสโคอะแกรม

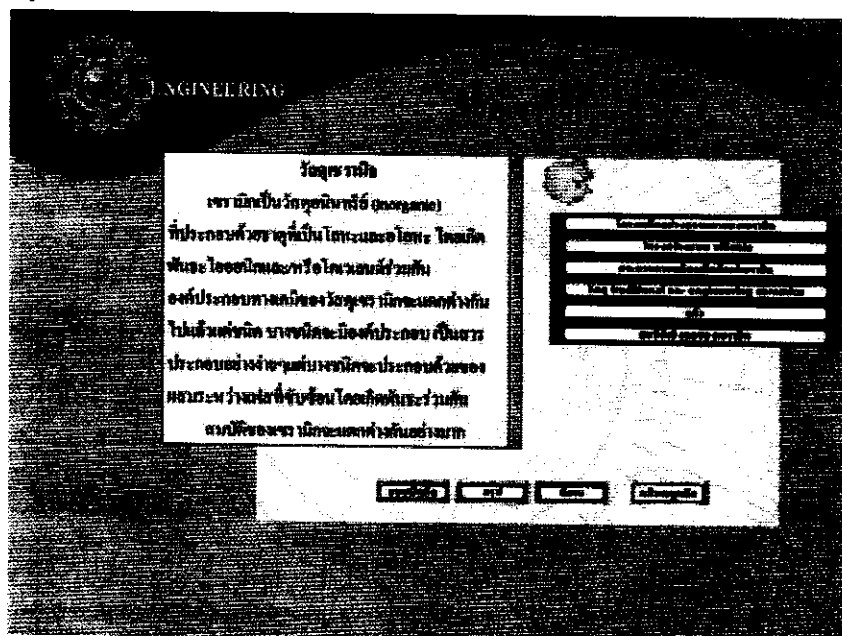
เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ โลหะอัลลอยด์หรือโลหะผสมจะปรากฏดังรูปที่ 4.11 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ เฟสโคอะแกรมของเหล็ก-เหล็กคาร์ไบด์ , การปรับปรุงสมบัติของเหล็กกล้า plain-carbon ด้วยวิธีทางความร้อน , โลหะผสมทองแดง , เหล็กหล่อ , Stainless Steels , สรุปรูป , นิยาม และปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มเมนูก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก





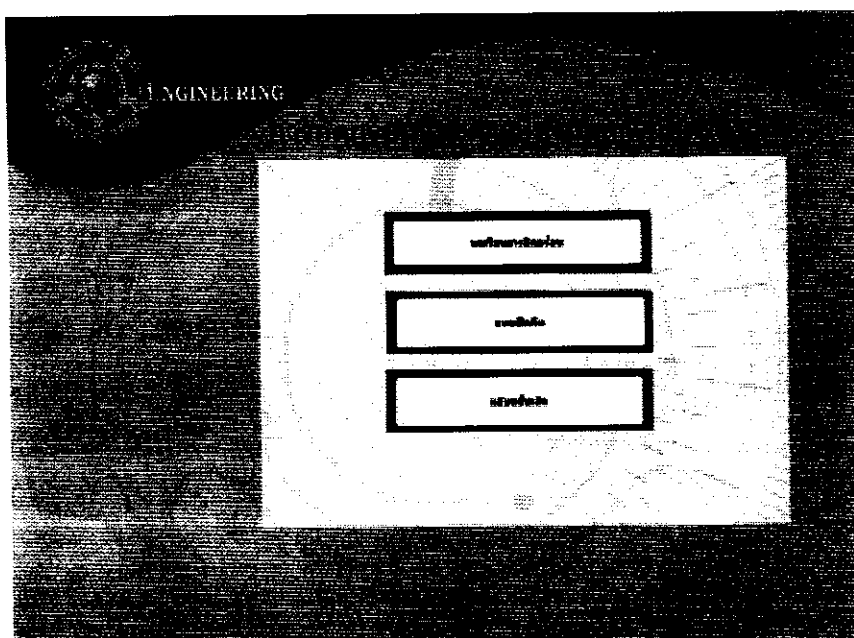
รูปที่ 4.11 หน้าจอของโลหะอัลลอยด์หรือโลหะผสม

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ วัสดุเซรามิก จะปรากฏดังรูปที่ 4.12 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ โครงสร้างอย่างธรรมดาของเซรามิก , โครงสร้างแบบ silicate , กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก , วัสดุ traditional และ engineering ceramics , สมบัติเชิงกลของเซรามิก , แก้ว , สรุปล , นิยาม และปุ่มกลับเมนูหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มเมนูก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก



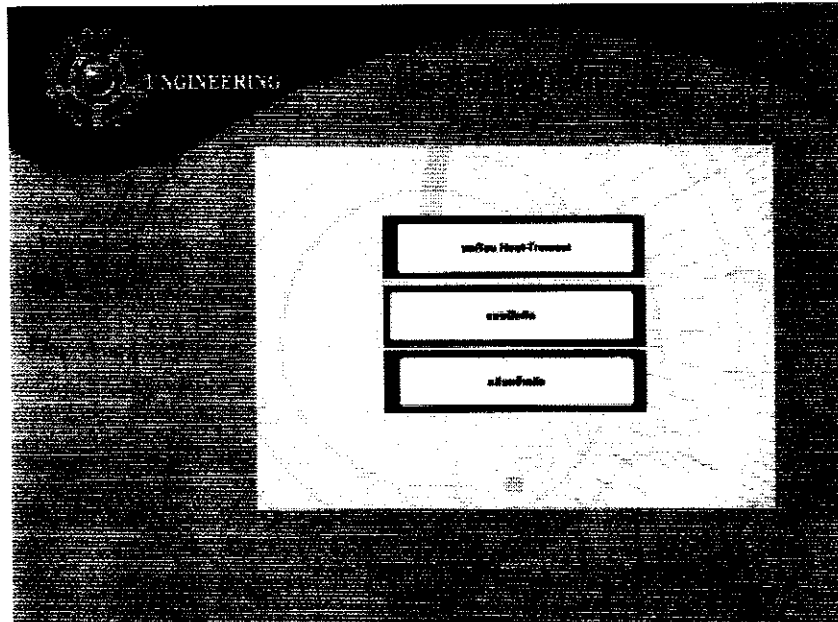
รูปที่ 4.12 หน้าจอของวัสดุเซรามิก

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ การกัดกร่อนและการป้องกันการกัดกร่อนจะปรากฏดังรูปที่ 4.13 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบไปด้วยปุ่มกด 3 ปุ่ม ได้แก่ 1. บทเรียนการกัดกร่อน ซึ่งเป็นปุ่มหลักในการเข้าศึกษาบทเรียน มีเนื้อหาการกัดกร่อนการป้องกันการกัดกร่อนประเภทของการกัดกร่อน 2. ปุ่มแบบฝึกหัด 3. ปุ่มกลับหน้าหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มกลับหน้าหลักก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก



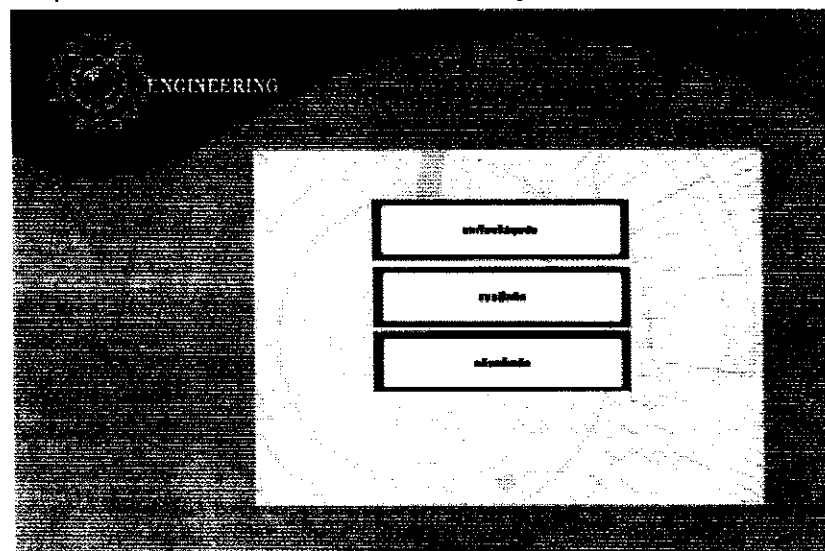
รูปที่ 4.13 การกัดกร่อนและการป้องกันการกัดกร่อน

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ Heat-Treatmentจะปรากฏดังรูปที่ 4.14 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบไปด้วยปุ่มกด 3 ปุ่ม ได้แก่ 1. ปุ่มบทเรียนการกัดกร่อน มีเนื้อหา Heat-Treatment, Annealing, Process Annealing, Full Annealing และภาพประกอบ 2. ปุ่มแบบฝึกหัด 3. ปุ่มกลับหน้าหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มกลับหน้าหลักก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก



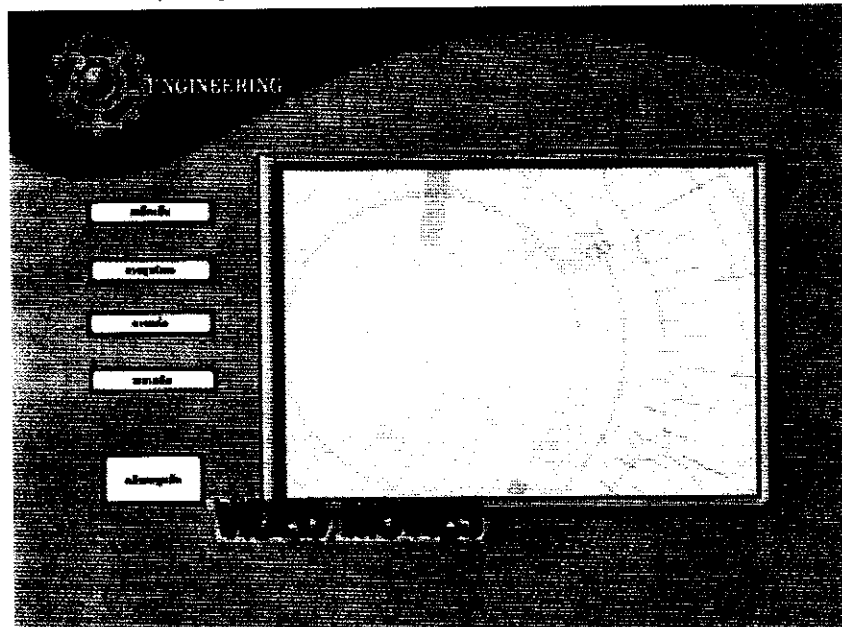
รูปที่ 4.14 หน้าจอ Heat-Treatment

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ วัสดุผสมจะปรากฏดังรูปที่ 4.15 โดยหน้าจอของบทเรียนจะประกอบไปด้วยปุ่มกด 3 ปุ่ม ได้แก่ 1.บทเรียนวัสดุผสมมีเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ บทเรียนวัสดุผสม ซึ่งเป็นปุ่มหลักในการเข้าศึกษาบทเรียน มีเนื้อหาวัสดุผสม ,คอนกรีต,ยางมะตอยและยางมะตอยผสม ,ไม้,โครงสร้างแบบแซนวิชและวัสดุผสมที่เป็น โลหะเมทริกซ์ 2. ปุ่มแบบฝึกหัด 3. ปุ่มกลับหน้าหลัก เมื่อคลิกที่ปุ่มกลับหน้าหลักก็จะกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก



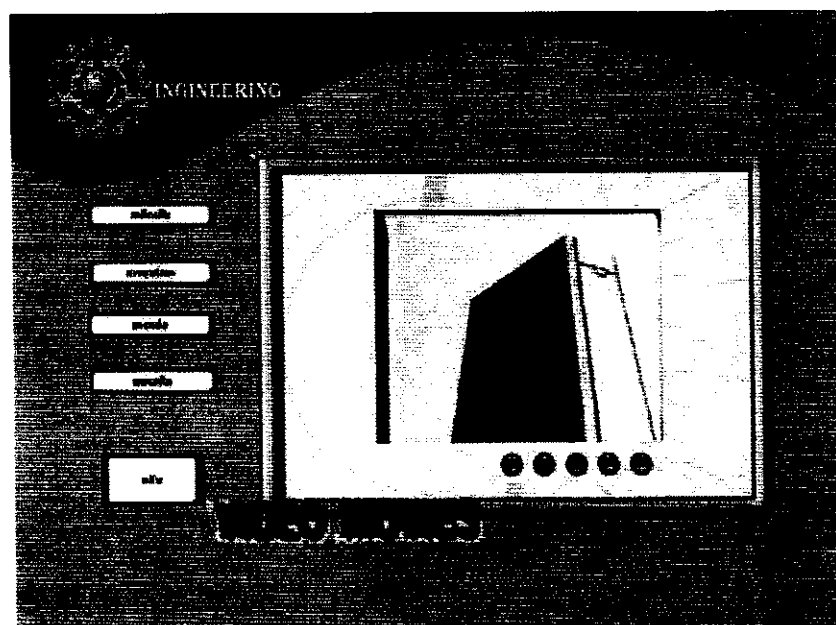
รูปที่ 4.15 หน้าจอวัสดุผสม

เมื่อคลิกเข้าไปสู่ปุ่มหัวข้อ video ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.13 จะมีกรรมวิธีการผลิตของเรื่อง การผลิตเหล็กเส้น , การชุบแข็ง , การผลิตพลาสติก , การผลิตstainless steels , การผลิตเหล็กหล่อ และจะมีปุ่มเมนูเพื่อให้คลิกกลับไปยังเมนูหลัก



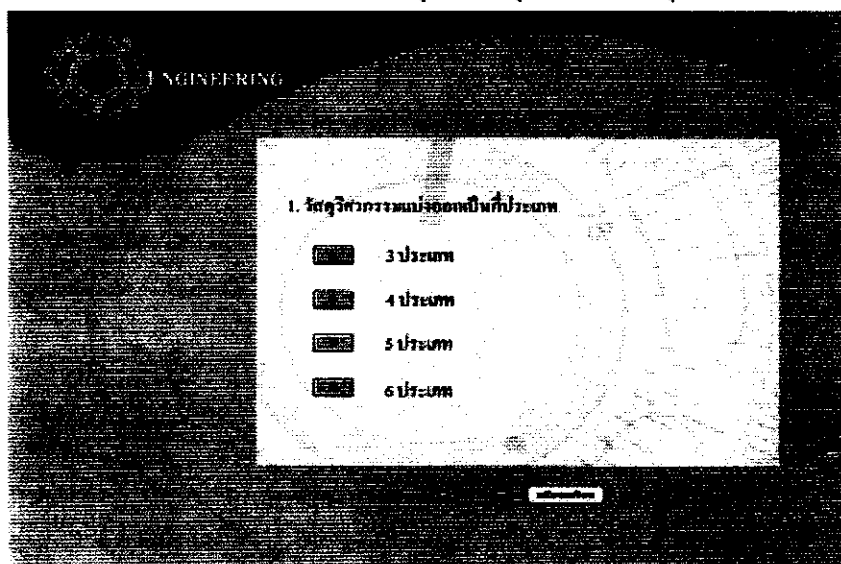
รูปที่ 4.16 หน้าจอของหัวข้อ Video

เมื่อคลิกเข้าไปในแต่ละหัวข้อของหน้า Video จะปรากฏดังรูปที่ 4.17



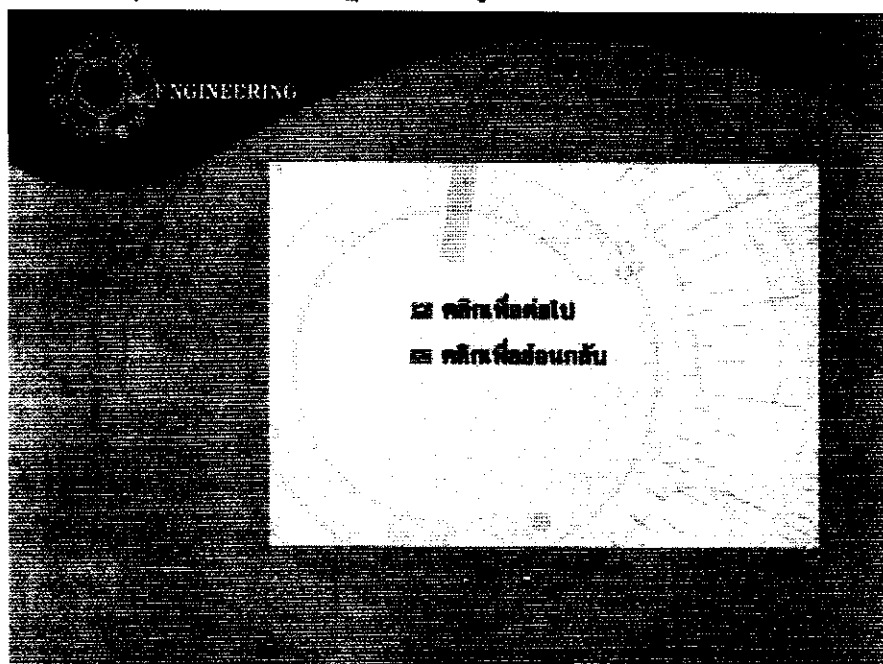
รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงภาพ Video

เมื่อคลิกเข้าไปปุ่มแบบทดสอบของแต่ละบทเรียน ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.18 ประกอบด้วย คำถามแบบ 4 ตัวเลือก A,B,C,D ปุ่มกลับ,ปุ่มต่อไปและปุ่มกลับบทเรียน



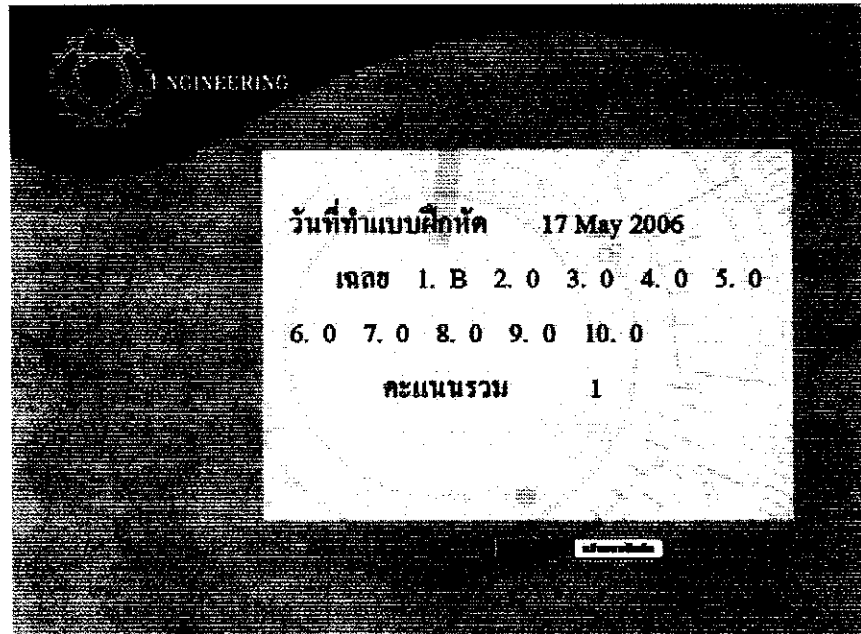
รูปที่ 4.18 ตัวอย่างหน้าจอแบบทดสอบ

เมื่อคลิกปุ่มต่อไป ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.19 เพื่อคลิกทำข้อต่อไป



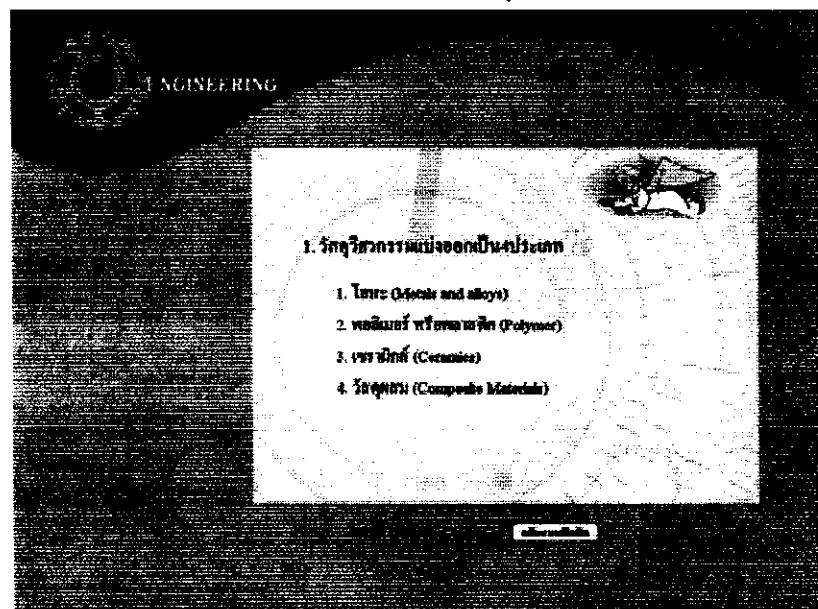
รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงภาพเลือกคลิกเพื่อต่อไปหรือคลิกเพื่อย้อนกลับ

เมื่อทำข้อสอบครบ 10 ข้อ จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.20 เป็นหน้าจอแสดงคะแนนการทำข้อสอบ ประกอบด้วย วัน/เดือน/ปี ที่ทำข้อสอบ,แสดงคำตอบที่เลือกและคะแนนรวมที่ถูกต้อง มีปุ่มเฉลยแต่ละข้ออย่างละเอียดและปุ่มกลับไปแบบฝึกหัดหน้าแรก



รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงคะแนนการทำข้อสอบ

เมื่อคลิกเฉลย ก็จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.21 ซึ่งอธิบายคำตอบข้อ 1 ถ้าคลิกปุ่มต่อไปก็จะเป็นเฉลยของข้อที่ 2 ถ้าคลิกย้อนกลับก็จะเป็นเฉลยข้อสุดท้ายของบทนั้นๆ



รูปที่ 4.21 หน้าจออธิบายคำตอบ

### 4.3 ผลประเมินการใช้โปรแกรม

ในการประเมินผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวัสดุวิศวกรรม กำหนดค่าดังนี้

มากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5
มาก	มีค่าเท่ากับ	4
ปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3
น้อย	มีค่าเท่ากับ	2
น้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1

กลุ่มที่ทำการประเมินจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

#### 4.3.1 อาจารย์ผู้สอน 2 คน

ก. คะแนนความพอใจ ดังตารางที่ 4.1

ข. ประเมิน โดยคำนวณแบบค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 คะแนนความพอใจของอาจารย์

คำถาม	คะแนนความพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ส่วนของโปรแกรม					
1 ความสวยงามของโปรแกรม	0	2	0	0	0
2 ความง่ายในการใช้โปรแกรม	0	2	0	0	0
3 ความคมชัดของเสียง	0	2	0	0	0
4 ความชัดเจนของภาพ VDO	0	1	1	0	0
5 ความน่าสนใจของโปรแกรม	0	1	1	0	0
6 ความคิดสร้างสรรค์	0	2	0	0	0
ส่วนของเนื้อหา					
1 ความครอบคลุมของเนื้อหา	1	1	0	0	0
2 ระดับความยากของเนื้อหา	0	1	1	0	0
3.รูปแบบและขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย	1	1	0	0	0
4 ความสมดุลของเนื้อหาในแต่ละบท	0	2	0	0	0

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) คะแนนความพอใจของอาจารย์

5.ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหา บทเรียนได้ง่าย	0	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---

ตารางที่ 4.2 ประเมินโดยคำนวณแบบค่าเฉลี่ยของอาจารย์

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย(%)	หมายเหตุ
ส่วนของโปรแกรม		
1 ความสวยงามของโปรแกรม	80.00	ผ่าน
2 ความง่ายในการใช้โปรแกรม	80.00	ผ่าน
3 ความคมชัดของเสียง	80.00	ผ่าน
4 ความชัดเจนของภาพ VDO	70.00	ควรปรับปรุง
5 ความน่าสนใจของโปรแกรม	70.00	ควรปรับปรุง
6 ความคิดสร้างสรรค์	80.00	ผ่าน
ส่วนของเนื้อหา		
1 ความครอบคลุมของเนื้อหา	90.00	ผ่าน
2 คำอธิบายเข้าใจง่ายและมีความชัดเจน	70.00	ควรปรับปรุง
3.รูปแบบและขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย	90.00	ผ่าน
4.ความสมดุลของเนื้อหาในแต่ละบท	80.00	ผ่าน
5.ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่าย	70.00	ควรปรับปรุง

## 4.3.2 นิสิตที่เรียนวิชานี้ 30 คน

ประเมินจากนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์

ผลการประเมินโดยรวม โปรแกรมเป็นที่น่าพอใจในระดับปานกลางมีเนื้อหาครอบคลุม  
กับที่เรียน โปรแกรมโดยรวมดูสวยงาม ภาพคมชัด ต้องการให้มีเนื้อหานอกเหนือจากบทเรียนส่วน  
รายละเอียดการประเมินดังตารางข้างล่าง

ก . คะแนนความพอใจ ดังตารางที่ 4.3

ข . ประเมิน โดยคำนวณแบบค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 4.4



ตารางที่ 4.3 คะแนนความพอใจของนิสิต จำนวน 30 คน

คำถาม	คะแนนความพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ส่วนของโปรแกรม					
1 ความสวยงามของโปรแกรม	10	15	3	2	0
2 ความง่ายในการใช้โปรแกรม	11	12	6	1	0
3 ความคมชัดของเสียง	13	11	4	2	0
4 ความชัดเจนของภาพ VDO	9	8	12	1	0
5 ความน่าสนใจของโปรแกรม	15	7	3	5	0
6 ความคิดสร้างสรรค์	11	11	6	2	0
ส่วนของเนื้อหา					
1 ความครอบคลุมของเนื้อหา	16	8	4	2	0
2 ระดับความยากของเนื้อหา	2	15	13	0	0
3 รูปแบบและขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย	2	20	7	1	0
4 ความสมดุลของเนื้อหาในแต่ละบท	5	15	8	2	0
5.ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่าย	2	15	13	0	0

ตารางที่ 4.4 ประเมินโดยคำนวณแบบค่าเฉลี่ยของนิสิต

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย(%)	หมายเหตุ
ส่วนของโปรแกรม		
1 ความสวยงามของโปรแกรม	82.00	ผ่าน
2 ความง่ายในการใช้โปรแกรม	82.00	ผ่าน
3 ความคมชัดของเสียง	83.33	ผ่าน
4 ความชัดเจนของภาพ VDO	76.67	ควรปรับปรุง
5 ความน่าสนใจของโปรแกรม	81.33	ผ่าน
6 ความคิดสร้างสรรค์	80.67	ผ่าน

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ประเมิน โดยคำนวณแบบค่าเฉลี่ยของนิสิต

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย(%)	หมายเหตุ
ส่วนของเนื้อหา		
1.ความครอบคลุมของเนื้อหา	85.33	ผ่าน
2.คำอธิบายเข้าใจง่ายและมีความชัดเจน	80.67	ผ่าน
3.รูปแบบและขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย	82.00	ผ่าน
4. ความสมดุลของเนื้อหาในแต่ละบท	80.00	ผ่าน
5.ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่าย	80.67	ผ่าน