

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 20 คน ผู้วิจัยทำการทดลอง โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วให้ทำการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างจุลภาคของเหล็ก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 บทเรียน ได้แก่ การเขียนแผนภาพสมดุขของเหล็ก-คาร์บอน การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเหล็ก การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน หลังจากนั้นให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(นายทินกร จันทร์กระจ่าง)

ผู้วิจัย

ABSTRACT

The purposes of the research were to create and find efficiency validation of computer assisted instruction focused on the micro structure of iron, for the standard 80 / 80 and analyze the student' learning achievement after using computer assisted instruction .

The samples were the 20 first year,Bachelor of Science in Technical Education students enrolled in Industrial Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, North Bangkok Campus. The Researcher experimented by using pretest, and then using the computer assisted instruction focus on the micro structure of iron, next the students did the posttest . After that the researcher calculated to find the computer assisted instruction efficiency and analyzed the students' leaning achievement after studying .

The result revealed that the computer assisted Instruction efficiency was efficient for standard 80 / 80 . And after studying by using computer assisted instruction, the students 'learning achievement increased significantly at 0.05.

(MR. Tinakorn Chankrachang)

Researcher

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทนำ	1
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
- สมมติฐานการวิจัย	3
- ขอบเขตของการวิจัย	3
- ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย	4
- คำจำกัดความของการวิจัย	4
- ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	5
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
- การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา	7
- การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
- การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	10
- ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
- ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
- การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	14
วิธีการวิจัย	18
- ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้	18
- กลุ่มตัวอย่าง	18
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	19
- การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	22
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลของการวิจัย	27
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	27
- สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	30
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	31
- วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	31
- สมมติฐานการวิจัย	32
- สรุปผลการวิจัย	32
- อภิปรายผล	32
- ข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	39
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอน	40
- ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก	44
- แบบประเมินการสอนด้านเนื้อหา	45
- แบบประเมินการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	47
- เกณฑ์การประเมินการสอน	49
- ผลการประเมินการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา	50
- ผลการประเมินการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	51
- ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของข้อสอบกับวัตถุประสงค์	52
- แสดงผลการประเมินหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ๙	53
- แสดงผลการประเมินหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ๙	54
- แสดงผลการประเมินหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ๙	57
- ผลการคำนวณวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	59
- แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t - test)	61
- แบบทดสอบในการวิจัย	63
- เฉลยแบบทดสอบในการวิจัย	68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
- ลักษณะรายวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม	69
- ลักษณะรายวิชา โลหะวิทยา	70
- ลักษณะรายวิชา โลหะวิทยาในงานอุตสาหกรรม	71
- บทดำเนินเรื่อง	73



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดลองก่อนและหลัง การทดลองทันที	14
2. แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ	23
3. แสดงค่าประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา	44
4. แสดงค่าประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	45
5. แสดงการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์	46
6. แสดงผลการประเมินค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ	47
7. แสดงการประเมินค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ	48
8. แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนสูง	49
9. แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนน้อย	49
10. แสดงผลค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ	50
11. แสดงผลการประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	51
12. แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t – test)	55

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	10
2. แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	21
3. แสดงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	23



บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาในปัจจุบัน มุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะมาจากอาจารย์ผู้สอนโดยตรง หรือ จากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการมีสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ เพื่อจะนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ นั้น จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม และ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจใน เนื้อหาวิชานั้นดีขึ้น ดังนั้น จึงมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้สามารถติดต่อข่าวสารกันได้ แทบทุกหนทุกแห่งในโลก มีการประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์สื่อสาร และ สิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้แล้วยังมีการประดิษฐ์คิดค้นสื่อการศึกษาใหม่ ๆ ออกสู่ท้องตลาดมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ “คอมพิวเตอร์” และได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อการศึกษากันอย่างแพร่หลาย (กรมการศึกษานอกโรงเรียน, 2541 : 2) คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ด้านการเรียนการสอน (Computer - Based Instruction) สามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction : CAI) และ คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน (Computer - Managed Instruction : CMI) ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะ การนำไปใช้ในกิจกรรมของการเรียนการสอนทั้งหมด (กฤษมันต์, 2536 : 136)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำหน้าที่เป็นสื่อการเรียนการสอน เหมือน แผ่นโปร่งใส (Transparency Film) สไลด์ (Slide) หรือ วีดิทัศน์ (Video) ที่ใช้ประกอบการสอน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ ระบบคอมพิวเตอร์ง่ายขึ้น ภายในเวลาอันจำกัด ตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน เนื่องจากโปรแกรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) นำเสนอ ได้ทั้งภาพ เสียง รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับผู้เรียนได้ จึงทำหน้าที่ได้ครบ ทั้งสื่อในเวลาเดียวกัน และ ควบคุมการนำเสนอได้ด้วยตนเองของโปรแกรมเอง เรียกว่า “สื่อเนกทีศน์” หรือ มัลติมีเดีย (Multimedia) ทำให้ประหยัด และมีประสิทธิภาพ มากกว่าการเรียนการสอนปกติ และ ยังสามารถกระตุ้น ให้ผู้เรียนอยากเรียน และ อยากที่จะศึกษาค้นคว้า เรียนรู้ บทเรียนได้ด้วยตนเอง

ดังนั้น ผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้ช่วยในการสอนเสริม หรือ สอน ทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้ในการเรียนด้วยตนเอง ในเวลา และ สถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก สามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ สามารถที่จะตั้งใจ

ผู้เรียน (Motivated) ที่จะเรียน และ สนุกสนานไปกับการเรียน ตามแนวคิด ของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่เรียกว่า Learning is Fun ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก (ถนอมพร, 2541 :7 – 12)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา มีเป้าหมาย คือ การได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และต้องการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้

ปัญหาของผู้ทำวิจัยคือ การสอนนักศึกษาที่มีจำนวนมากลักษณะเนื้อหาวิชาจะเน้นทางด้านปฏิบัติมาก ดังนั้น การสอนวิชาดังกล่าวจำเป็นต้องสอนสาธิต และมีทฤษฎีเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง การสอนสาธิตเพียงครั้งเดียวไม่สามารถทำให้นักศึกษาทั้งห้องเข้าใจ และปฏิบัติงานได้ตามที่ต้องการ ทำให้อาจารย์ผู้สอนจำเป็นต้องแบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อยๆ แล้วอาจารย์ผู้สอนจะต้องสอนสาธิตหลายๆ ครั้ง จึงจะทำให้นักศึกษาเข้าใจได้ทั่วถึง ผลที่ได้จากการสอนดังกล่าวอาจารย์ผู้สอนต้องเหนื่อยมากกว่าปกติ เพราะต้องสอนในเนื้อหาเดียวกันซ้ำแล้วซ้ำอีกหลายครั้ง และถ้าการสอนนั้นอาจจะมีนักศึกษาบางคน ที่ยังไม่เข้าใจหรือไม่กล้าถาม ก็ทำให้นักศึกษาดังกล่าว ไม่มีความรู้ ทฤษฎีและไม่สามารถปฏิบัติตามวัตถุประสงค์การสอนได้ อาจารย์ผู้สอนจะสอนทบทวนให้อีกครั้ง ก็ไม่สามารถปฏิบัติได้ เพราะนักศึกษาส่วนมากเข้าใจ ถ้าสอนใหม่อาจทำให้การเรียนการสอน นักศึกษาทั้งห้องล่าช้า ดังนั้น นักศึกษาที่ไม่เข้าใจในเนื้อหาทฤษฎี และการปฏิบัติงาน นักศึกษาดังกล่าวจะต้องศึกษาด้วยตนเอง โดยดูจากเพื่อนนักศึกษาที่เข้าฝึกปฏิบัติงานก่อน ถ้ามีโอกาสที่เครื่องจักรที่ใช้ฝึกทักษะนั้นว่างไม่มีผู้ใช้ นักศึกษาที่ไม่เข้าใจก็จะไม่กล้าฝึกปฏิบัติงานก่อน เพราะกลัวว่างงานที่ฝึกปฏิบัติออกมาไม่ดี จากเหตุผลที่กล่าวทำให้การฝึกปฏิบัติงานของนักศึกษาทั้งห้องดำเนินไปอย่างล่าช้า ผลงานฝึกปฏิบัติ หรือ ผลสัมฤทธิ์ในการสอนนักศึกษาทั้งห้องยังไม่ได้เท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้วิจัยสนใจ “ ใช้นวัตกรรมคอมพิวเตอร์ เป็นสื่อในการสอน ” เพื่อใช้ประกอบการสอนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือกลุ่มเล็กก็ได้เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก ”
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดำเนินการสร้างขึ้น

3. เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก”

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดำเนินการสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน
2. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดำเนินการสร้างขึ้น นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนที่จะเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชา ที่ผู้วิจัยสอนมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและปฏิบัติลักษณะเนื้อหา บทเรียนคอมพิวเตอร์จะเป็นภาพเคลื่อนไหว เช่น แสดงการสาธิตการปฏิบัติงาน หรือลักษณะการบรรยายการสอนหน้าห้องเรียนหรือสถานที่ฝึกปฏิบัติงาน
2. เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ในวิชาที่ผู้วิจัยอ้างถึง ที่จะจัดทำขึ้นใช้เป็นสื่อในการสอนนี้ผู้วิจัยใช้เนื้อหาบางส่วนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 - 413 -404 หลักสูตรระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ และหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างเทคนิคอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการผลิตที่ใช้ในการเรียนการสอน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 2 / 2549
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 - 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง
4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ
 - 4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการทดลองนี้ ควรมีคุณสมบัติของเครื่องขั้นต่ำ ต้องเป็นเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น Pentium II หน่วยความจำ 128 MB. มี CD - ROM, การ์ดเสียง (Sound Card) พร้อมลำโพง

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. นักศึกษาทุกคนตั้งใจทำแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย และ ผลคะแนนที่ได้ จากแบบทดสอบ จึงสามารถใช้เป็นเครื่องชี้ ถึงผลการเรียนรู้ที่แท้จริงของกลุ่มตัวอย่างนี้ได้
2. การวิจัยครั้งนี้ความแตกต่างทางด้านพื้นฐานเศรษฐกิจ สังคม และอายุของนักศึกษา ไม่มีผลต่อการวิจัย
3. ช่วงเวลาการทดลองไม่มีผลต่อการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยมีภาระการสอนหลายห้อง ทำให้ช่วงเวลาในการใช้พื้นที่เพื่อทำการทดลองไม่ว่าง
4. สถานที่เรียนไม่มีผลต่อการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยมีภาระการสอนหลายห้อง ทำให้ช่วงเวลาในการใช้พื้นที่เพื่อทำการทดลองซ้ำซ้อน

คำจำกัดความของการวิจัย

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง " โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก " สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยา ในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 - 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยในขั้นตอนการออกแบบบทเรียน วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การสอน ออกแบบทดสอบ และ การแสดงการสอนสาริตทั้งภาคทฤษฎี และ ปฏิบัติผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการ ส่วนในขั้นตอนการถ่ายทำวิดีโอ และ นำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้จัดจ้างผู้ชำนาญจากภายนอกที่ได้รับอนุมัติแล้วดำเนินการให้

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นบรรจุข้อมูลเนื้อหาเรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" ลงในแผ่นซีดีรอม นำเสนอภาพนิ่ง ประกอบคำบรรยายภาพเคลื่อนไหว ข้อความ เสียงบรรยายของผู้วิจัย โดยผู้ใช้บทเรียนสามารถนำแผ่นซีดีรอมที่มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังกล่าว ใส่ในช่องแผ่นซีดีรอมของเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจะเปิดไฟล์แบบอัตโนมัติ ให้ผู้ใช้สามารถเลือกบทเรียนตามที่ต้องการได้โดยมีลักษณะเป็นเมนูรายการสอน เมื่อเลือกเมนูรายการสอนใด โปรแกรมจะแสดงหัวข้อเนื้อหาที่จะนำเสนอแล้วบทเรียนจะนำเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนเรื่องนั้น ๆ จนจบ ขณะดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ใช้สามารถหยุดภาพ หรือเลือกช่วงเนื้อหา ช่วงใดช่วงหนึ่งของบทเรียน และสามารถออกจาก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตลอดเวลา ซึ่งการสื่อสารจะเป็นแบบทางเดียว ไม่มีแบบฝึกหัด หรือ แบบทดสอบในบทเรียน

3. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขา วิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 - 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบ ของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดำเนินการ สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน จากการใช้สูตรหาประสิทธิภาพ ของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์ , 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ } \chi = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 - 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้ มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

6. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ หลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "การสืบค้นข้อมูล" ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ แล้ว และสามารถใช้ประกอบการเรียนในชั้นเรียนได้

2. นักศึกษาสามารถเข้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดำเนินการสร้างขึ้น ศึกษา ก่อนเรียน ในชั้น หรือ ทบทวนนอกเวลาได้

3. เพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยหรืออาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4. การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการดำเนินการวิจัยในลักษณะรวมกลุ่มโครงการ กล่าวคือรวมผู้ที่มีความสนใจในการทำวิจัย ในหัวข้อเรื่องเดียวกัน ซึ่งกลุ่มผู้ร่วมดำเนินการวิจัย บางท่านมีประสบการณ์ในการทำวิจัยมากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันออกไป หรือบางท่านยังไม่เคยทำงานวิจัยมาก่อน ดังนั้น เมื่อรวมกลุ่มทำงานวิจัยในหัวข้อเรื่องเดียวกัน ให้ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันจนกระทั่ง บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการฯ แล้ว ผลที่ได้ทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจในการทำงานด้านอื่นของมหาวิทยาลัย และยังเป็นการกระตุ้นให้บุคลากรในมหาวิทยาลัย ทำงานวิจัยให้มากขึ้นตามนโยบายของหน่วยงาน



เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งการศึกษา รายละเอียดเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา
2. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา

การวิเคราะห์เนื้อหา คือ การนำเอาเนื้อหาวิชาจากหลักสูตรมาแบ่งออกเป็นเรื่องย่อย ๆ หรือหน่วยย่อย ๆ ตามสมควร การแบ่งเนื้อหานี้พยายามแบ่งให้แต่ละตอนใหญ่ไล่เลี่ยกันอาจจะสลับหัวข้อบ้างก็ได้เพื่อให้มีความต่อเนื่องกัน หรือเห็นว่าเนื้อหาตอนใดควรต่อเติมก็ทำได้ ข้อสำคัญคือ ไม่ควรมีการตัดทอนเนื้อหาของหลักสูตรให้สั้นลงไป (เสาวนีย์, 2528 : 105)

การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา คือ การคัดเลือกเนื้อหาวิชา เพื่อให้ได้เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมและสมบูรณ์ที่สุด เป็นการวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหา เพื่อจะนำมาใช้สอนในบทเรียนนั้น ๆ (กฤษมันต์, 2540 : 17 - 23) ประกอบด้วย

1. ขอบเขตหรือความสมบูรณ์ของเนื้อหาวิชา เป็นการศึกษาสำรวจขอบเขตหรือเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกันที่มีอยู่ในตำราหลาย ๆ เล่ม และตำราที่นำมาใช้เลือกเพื่อศึกษานั้น ควรเป็นตำราที่ใหม่และทันสมัยเพื่อนำมาเปรียบเทียบและคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม
2. ความถูกต้องและความทันสมัยของเนื้อหาวิชา คือ การคัดเลือกเนื้อหาวิชาที่มีความเหมาะสมและถูกต้องมากที่สุด โดยพิจารณาลักษณะของเนื้อหาก่อนเป็นอันดับแรก
3. การจัดลำดับของเนื้อหาวิชา คือ เนื้อหาวิชา ความรู้ หรือประสบการณ์ที่ส่งมาจากผู้ส่งไปถึงผู้รับอาจไม่เป็นที่เข้าใจของผู้รับได้ หรือเข้าใจได้อย่างยากลำบาก จึงต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในการเข้าใจเนื้อหาวิชา ดังนี้
 - 3.1 เนื้อหาวิชา หรือประสบการณ์ ต้องถูกย่อย หรือแยกเป็นส่วน ๆ ได้ โดยที่ผู้เรียนต้องเข้าใจเนื้อหาแต่ละส่วนนั้น
 - 3.2 เนื้อหาวิชา หรือ ประสบการณ์ที่ย่อยแล้วนั้น ต้องเรียงลำดับ อย่างเหมาะสม

ซึ่งอาจถือหลักปฏิบัติได้ดังนี้ คือ

- 3.2.1 สอนจากง่ายไปหายาก
- 3.2.2 สอนจากสิ่งที่แลเห็นง่ายเป็นขั้นไปสู่ขั้นประกอบหลาย ๆ ส่วนอย่างยาก
- 3.2.3 สอนจากสิ่งที่พบเห็นทั่ว ๆ ไปไปสู่สิ่งเฉพาะพิเศษ หรือ ไปหาเหตุผล
- 3.2.4 สอนจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้
- 3.2.5 สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ ไปสู่สิ่งที่อยู่ไกล ๆ
- 3.2.6 สอนจากสิ่งที่มีทรงชัดเจน ไปสู่สิ่งมโนภาพ
- 3.2.7 สอนให้เป็นไปตามธรรมชาติของเด็ก
- 3.2.8 สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย มีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาหรือเนื้อหาวิชา แบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

ก) ศึกษาเนื้อหาวิชา หรือ หัวข้อเรื่องงานวิจัยของผู้วิจัย ตามหลักสูตร

การศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ในเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย ของผู้วิจัย ด้านความรู้ (Knowledge) ที่จำเป็นแล้วนำมาแบ่งบทเรียนและเขียนวัตถุประสงค์ การสอน

ค) วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีการ จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของผู้วิจัย มีขั้นตอนดังนี้

ก) เตรียมเนื้อหาบทเรียน ตามหัวข้อเรื่องของผู้วิจัย

ข) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ เนื้อหา มาจัดแบ่งออกเป็น

หัวข้อย่อย ๆ

ค) นำเนื้อหาบทเรียนมาทำบทเรื่อง (Scrip) ด้วยลักษณะคำบรรยาย

ด้วยอักษร

ง) นัดผู้ถ่ายทำวิดีโอ เพื่อจัดทำเป็นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ่ายทำตามบทเรื่อง และสถานที่ใช้ในการเรียนการสอน

จ) ผู้ถ่ายทำวิดีโอ ซึ่งผู้วิจัย เป็นผู้จัดจ้างให้ดำเนินการทำ บทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย นำวีดีโอที่ถ่ายทำแล้ว ไปดำเนินการสร้างโปรแกรมบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดำเนินการสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว
ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

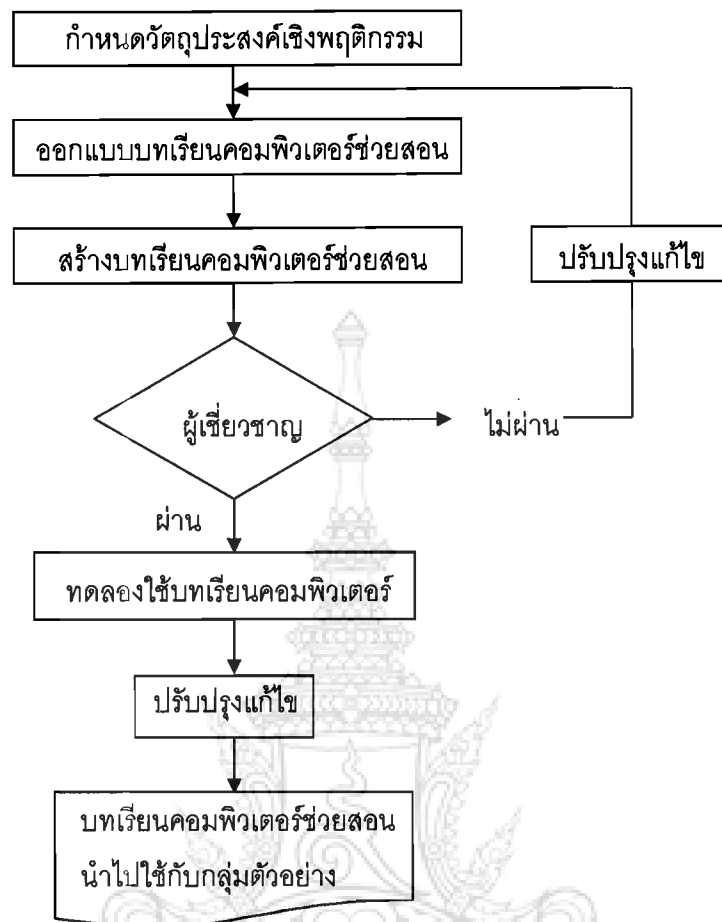
ข) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และ ด้านการผลิตสื่อการสอน โดย
ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนา

พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากผลของ ค่าเฉลี่ยที่
ได้รับตามแนวทางของ เบสต์ (Best) ดังนี้ (Best, 1983 : 179 – 187)

<u>ค่าเฉลี่ย</u>	<u>สรุปการประเมิน</u>
4.50 - 5.00	ดีมาก
3.50 - 4.49	ดี
2.50 - 3.49	ใช้ได้
1.50 - 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 - 1.49	ใช้ไม่ได้

ข) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สมบูรณ์แล้ว ไปใช้เก็บข้อมูลจริง
จากกลุ่มทดลอง





ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย
2. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาทั้งหมด
3. ศึกษาตำราและเอกสารเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผลการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบ และ เขียนข้อสอบ

การสร้างข้อสอบ และ เขียนข้อสอบ

4. สร้างแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุมเนื้อหา และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและด้านอื่น ๆ ที่มีผลต่อการวิจัย

6. นำแบบทดสอบ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Tryout) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างเทคนิคอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการผลิต ที่เปิดสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวนประมาณ 23 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Level of Difficult) และ ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) โดยถือเกณฑ์พิจารณา ดังนี้ ให้ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และการหาคุณภาพ ของแบบทดสอบทั้งฉบับ กลุ่มผู้วิจัย หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formular 20) (ล้วนและอังคณา, 2538 : 198) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นแล้ว นำมาดำเนินการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว และ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่น ตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อสอบชุดนี้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้สำหรับเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และชุดที่สองเป็นแบบทดสอบหลังเรียน โดยครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ทั้งหมด แล้วนำแบบทดสอบชุดที่สองมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีนักวิชาการหลายท่าน ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ยี่น ภู่วรรณ (2531 : 121) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการเรียนการสอน ทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือ การวัดผล โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะนำเนื้อหาวิชา และ ลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้ อย่างเป็นระบบมาเสนอ ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์ มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นมา ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ จากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์สามารถเสนอเนื้อหาวิชา ที่อาจเป็น ทั้งตัวหนังสือ และกราฟฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน สามารถตรวจคำตอบ แสดงผลการเรียนมรรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

วิชุดา รัตนเพียร (2536 : 57) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน โดยเรียนจาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อใช้สอนเนื้อหาชุดใดชุดหนึ่ง ทั้งนี้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะเป็นตัวควบคุมเนื้อหา และ กิจกรรมการเรียน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2536 : 72) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลาย ๆ รูปแบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอน และการรับรู้ของผู้เรียน

บุรณะ สมชัย (2541 : 14) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เป็นสื่อการเรียนการสอน เหมือนแผ่นโปร่งใส (Transparency Film) สไลด์ (Slide) หรือ วิดีทัศน์ (Video) ที่ใช้ประกอบการสอน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจระบบคอมพิวเตอร์ง่ายขึ้น ภายในเวลาอันจำกัด ตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน เนื่องจากโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) นำเสนอได้ทั้งภาพ เสียง รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับผู้เรียนได้ จึงทำหน้าที่ได้ครบทั้งสื่อในเวลาเดียวกัน และ ควบคุมการนำเสนอได้ด้วยตัวของโปรแกรมเอง เรียกว่า สื่ออเนกทัศน์ หรือ มัลติมีเดีย (Multimedia) ทำให้ประหยัด และมีประสิทธิภาพมากกว่า การเรียนการสอนตามปกติ และ ยังสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียน อยากเรียน และ อยากที่จะศึกษาค้นคว้า เรียนรู้บทเรียนได้ด้วยตนเอง

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 65) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นวิถีทางของการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่จะจัดหาประสบการณ์ ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกัน ด้วยบทเรียนโปรแกรม ที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่ง ที่ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นผู้ที่ต้องปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่ส่งมาจากภาพ ผู้เรียนจะตอบคำถาม ทางแป้นแสดงออกมาทางจอภาพ มีทั้งรูปภาพ และ ตัวหนังสือ หรือ บางทีอาจใช้ร่วมกันกับอุปกรณ์อย่างอื่นด้วย เช่น สไลด์ เทป วิดีทัศน์ เป็นต้น

Prenis (1977 : 20) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้นักเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน โดยขณะที่มีการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับ การตอบสนองของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถาม ให้คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือ สามารถให้การฝึกฝนซ้ำแก่นักเรียนได้

Spencer (1977 : 50) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอน อยู่ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้น อยู่กับตัวของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน สามารถตอบสนอง ความต้องการส่วนบุคคล ของนักเรียนแต่ละคนได้

Orilia (1986 : 168) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ถูกสร้างขึ้น ในการโต้ตอบระหว่างคอมพิวเตอร์ และ ผู้เรียน เพื่อใช้ในการเรียนการสอน

จากความหมาย คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักวิชาการ สามารถนำมาสรุป ได้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟฟิก แอนิเมชัน กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับธรรมชาติ และ โครงสร้างของเนื้อหา มีเป้าหมาย คือ การได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และต้องการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้ เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตน ให้ทันกับผู้เรียนคนอื่นได้

ดังนั้น ผู้สอน จึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริม หรือ สอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอน ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทัน หรือ จัดการสอนเพิ่มเติม ผู้เรียน สามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และ สถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก สามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ สามารถที่จะจูงใจผู้เรียน (Motivated) ที่จะเรียน และ สนุกสนานไปกับการเรียน ตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่เรียกว่า “ Learning is Fun ” ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก (ธนอมพร , 2541 : 7 – 12)

ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสิ่งที่มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ และ เป็นสื่อที่ได้รับความนิยมมากที่สุดชนิดหนึ่ง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อสนองต่อการเรียนรายบุคคล เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ตามความสามารถของตนเอง โดยไม่ต้องรอ หรือ เร่งตามเพื่อน ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียน และ วิธีการเรียนได้หลายแบบ มีโอกาสโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองทำให้ไม่น่าเบื่อ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์ , 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

- M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)
 M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)
 P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 – 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การศึกษาในปัจจุบันมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความรู้ในเนื้อหาวิชาต่างๆ ไม่ว่าจะ จากอาจารย์ ผู้สอนโดยตรง หรือจากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการมีสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ เพื่อนำเสนอเนื้อหาต่างๆ นั้น จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม และ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจใน เนื้อหาวิชานั้นดีขึ้น ดังนั้น จึงมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนา สื่อการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้สามารถติดต่อ ข่าวสารกันได้แทบทุกหนทุกแห่งในโลก มีการประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์สื่อสาร และ สิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้แล้ว ยังมีการประดิษฐ์ คิดค้นสื่อการศึกษาใหม่ๆ ออกสู่ท้องตลาดมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ "คอมพิวเตอร์" และ ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษากันอย่างแพร่หลาย (กรมการศึกษานอกโรงเรียน, 2541 : 2) คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ ด้านการเรียนการสอน (Computer – Based Instruction) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ใหญ่ ๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction : CAI) และ คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน (Computer – Managed Instruction : CMI) ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ในกิจกรรมของการเรียนการสอนทั้งหมด (กฤษมันต์, 2536 : 136)

อดิเทพ (2534) ได้ทำการสร้าง และ หาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โปรแกรมเรียนด้วยตนเองภาษาแอสแซมบลี Z-80 กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทำการทดลองกับนักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 14 คน ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนโปรแกรมเรียนด้วยตนเอง ที่ สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.32 / 79.92 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ธีระ (2534) ได้ทำการสร้าง และ หาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อสอน วิชา เขียนแบบเครื่องกล หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 93.30 / 81.02

กัญญารัตน์ (2544) ได้ทำการสร้าง และ หาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา สถิติเบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.2 / 87.4 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80

จินตนา (2545) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อสอนเสริม เรื่อง การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรม Netscape Messenger สำหรับบุคลากรของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยนำไปทดลองใช้กับบุคลากรจากหน่วยงานต่าง ๆ ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่อง การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรม Netscape Messenger สำหรับบุคลากรของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีประสิทธิภาพ 91.56 / 89 / 69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด 80 / 80

กมลรัตน์ (2546) ได้ทำการสร้าง และ หาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา เทคโนโลยีข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง การทำงานในระบบคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษาสถาบันราชภัฏ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้เกณฑ์มาตรฐาน 82.40 / 83.67 จึงสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80

สำเริง (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติลับดอกส่ว้นด้วยมือ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติลับดอกส่ว้นด้วยมือ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สำเริง (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการกลึงงานขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาแผนกเทคนิคอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการกลึงงานขั้นพื้นฐานได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิเชษฐ (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุในทางวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพ

ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุในทางวิศวกรรม ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ทินกร (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติ ในงานวิชาโลหะวิทยา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บุญธรรม (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานไม้ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานไม้ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สิงห์แก้ว (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกลึงอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกัดอัตโนมัติ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คมพันธ์ (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกัดอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกัดอัตโนมัติ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ประเสริฐ (2547) ได้สร้าง และ หาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การถอดประกอบปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล และ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัย

พบว่า ประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การถอดประกอบปั๊มฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นเรศ (2547) ได้สร้าง และ หาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เทคโนโลยีสื่อสารและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บ เพื่อ ทบพวน ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.90/83.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด 80/80

ทินกร (2548) ได้สร้าง และ หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึก ปฏิบัติ ในงานวิชาโลหะวิทยา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05

ผ่องพรรณ (2548) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การจดบันทึกข้อมูล เพื่อจัดทำรายงานทางวิชาการ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต พระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการจด บันทึกข้อมูล เพื่อจัดทำรายงานทางวิชาการ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื้อหาเรื่อง “ โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก ” ซึ่งมีรายละเอียดการวิจัย ดังนี้

1. ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผน การทดลองที่มี กลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดสอบก่อน และ ทดสอบหลังการทดลองทันที (One – Group Pretest – Posttest Design) มีรูปแบบดังตารางที่ 1

สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

ตารางที่ 1 แสดงการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดลองก่อนและหลังการทดลองทันที

เมื่อ X คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

T_1 คือ คะแนนสอบก่อนเรียน

T_2 คือ คะแนนสอบหลังเรียนทันที

กลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 – 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

2. กลุ่มตัวอย่างการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 - 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวนนักศึกษา 20 คน เพื่อนำมาทดลองและใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีอาจารย์ผู้สอนและผู้วิจัยควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา หรือเนื้อหาวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 - 413 - 404 หลักสูตรระดับปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

ก) ศึกษาเนื้อหาวิชาตามหัวข้อ เรื่องงานวิจัย ตามหลักสูตรระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ เปิดสอนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ในเนื้อหาวิชาตามหัวข้อ เรื่องงานวิจัย ด้านความรู้ (Knowledge) ที่จำเป็น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเนื้อหาที่จะสอนเนื่องจากเนื้อหาเน้นทางทฤษฎีหรือปฏิบัติ แล้วนำมาแบ่งบทเรียน และ เขียนวัตถุประสงค์การสอน

ค) วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

- จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- นำเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบ และ

ปรับปรุงแก้ไข

1.2 การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอน ดังนี้

ก) เตรียมเนื้อหาบทเรียน ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย

ข) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ เนื้อหา ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยมาจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ

ค) นำเนื้อหาบทเรียนมาทำบทเรื่อง (Scrip) ด้วยลักษณะคำบรรยายด้วยอักษร

ง) นัดผู้ถ่ายทำวิดีโอเพื่อจัดทำเป็นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ่ายทำตามบทเรื่อง

๑) ผู้ถ่ายทำวิดีโอ ซึ่งผู้วิจัย เป็นผู้จัดจ้างให้ดำเนินการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย นำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้ว ไปดำเนินการสร้าง โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

๒) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

๓) การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

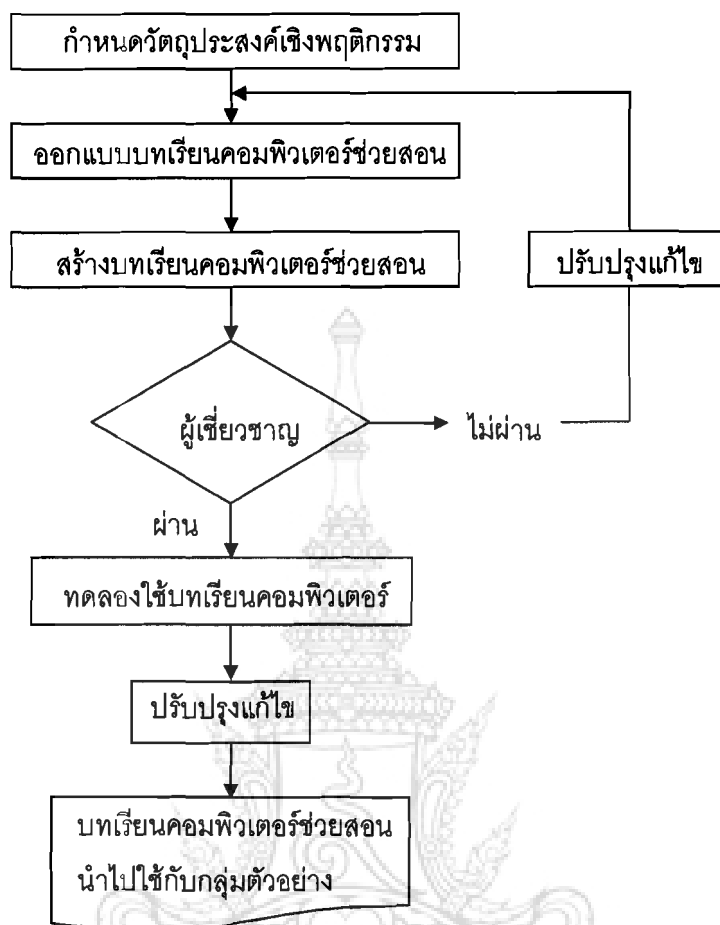
การทดลองเพื่อศึกษาข้อบกพร่องต่าง ๆ ทางด้านเนื้อหา การดำเนิน เรื่อง รูปภาพและภาษาที่ใช้ การเชื่อมโยง เสียง รวมถึงเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง

๔) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และ ด้านการผลิตสื่อการสอน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนา

พิจารณาตามเกณฑ์ การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากผลของค่าเฉลี่ยที่ได้รับตามแนวทางของเบสท์ (Best) ดังนี้ (Best, 1983 :179 – 187)

ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ใช้ได้
1.50 – 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

๕) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ดำเนินการสร้างตามหัวข้อเรื่องของผู้วิจัยที่สมบูรณ์แล้วไปใช้เก็บข้อมูลจริงจากกลุ่มทดลอง



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

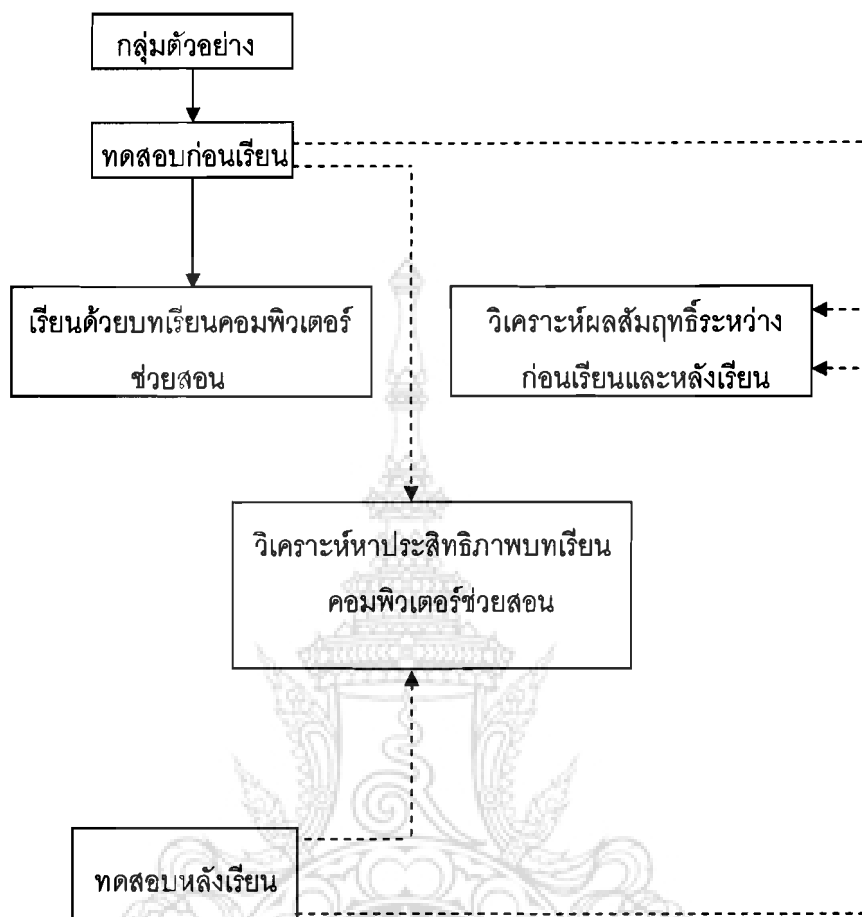
2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.1 วิเคราะห์เนื้อหาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย
 - 2.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาทั้งหมด
 - 2.3 ศึกษาตำรา และ เอกสารเกี่ยวกับการวัด และ การประเมินผลการศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบ และ เขียนข้อสอบ
 - 2.4 สร้างแบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุมเนื้อหา และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - 2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบ และ ปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และ ด้านอื่นๆ ที่มีผลต่อการวิจัย

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Tryout) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการผลิต ที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวนประมาณ 23 คน ซึ่งกำลัง เรียนวิชา หรือ เนื้อหาตรงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ดำเนินการสร้างขึ้น เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Level of Difficult) และ ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) โดยถือเกณฑ์พิจารณาดังนี้ ให้ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก(D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และการหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formular 20) (ล้วนและอังคณา, 2538 : 198) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นแล้วนำมาดำเนินการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว และนำมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อสอบชุดนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และ ชุดที่สอง เป็นแบบทดสอบหลังเรียนโดยครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ทั้งหมด แล้วนำชุดที่สองมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดการทดลอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ดังนี้

1. การเตรียมสถานที่ ใช้ห้องปฏิบัติการสอนโลหะวิทยาแผนกช่างโลหะ ชั้น 3 อาคารช่างโลหะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยใช้ห้องเรียนและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ รวมทั้งเครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ของแผนกช่างโลหะ
2. แจกแบบทดสอบ ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ทำการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก” โดยมีอาจารย์ผู้สอน 1 ท่าน คือ ผู้ที่ทำวิจัยเป็นผู้สอน
4. แจกแบบทดสอบชุดเดิม ให้กลุ่มตัวอย่างทำ แบบทดสอบหลังจากเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก” ทำอีกครั้ง
5. นำผลที่ได้จาก การทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ แบบทดสอบหลังจากเรียน ของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังจากเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยการคำนวณค่าทางสถิติ ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ การคำนวณค่าความยากง่าย (Difficulty Power) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งสถิติในการวิเคราะห์ ข้อมูลดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ

1.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty Power) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของแบบทดสอบ

สูตรหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ (ลิวนและอังคณา, 2538 : 210 – 211)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย
R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายในช่วง 0.20 – 0.80

สูตรหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ลิวนและอังคณา, 2538 : 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก
 R_U คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มอ่อน
N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

1.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR₂₀ (Kuder Richardson Formula 20) (ลิวนและอังคณา, 2538 : 198)

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

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
N คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
p คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั้น คือ สัดส่วนของคนทำถูก กับคน ทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$
 S^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

1.3 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ล้วนและอังกฤษ, 2538 : 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนน
 $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

2. การวัดความเที่ยงตรงของข้อสอบตามวัตถุประสงค์

สูตรการวัดความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ โดยใช้สูตร Rovinell and Hambeton

(กังวล, 2536 : 185 – 186)

$$O.V. = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

เมื่อ O.V. คือ ความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
 X คือ ความตรงตามวัตถุประสงค์ มีค่าเป็น +1, 0 และ -1
 โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงของวัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

3. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

สูตรหาค่าแตกต่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน (ล้วนและอังกฤษ, 2538 :

104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
N คือ จำนวนคู่

4. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร

(เสาวณีย์, 2528 : 284)

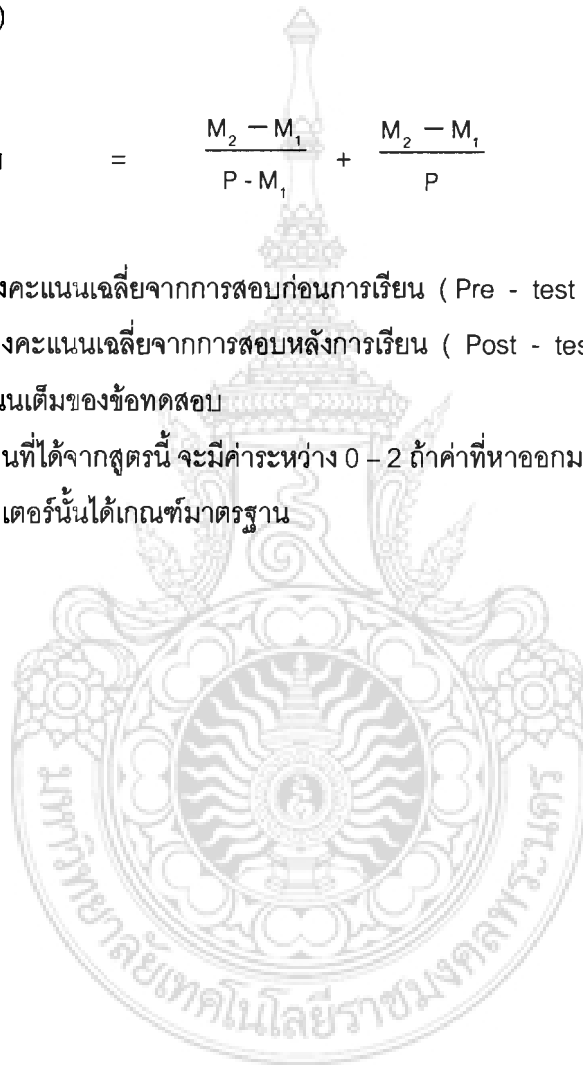
$$\text{ประสิทธิภาพ } \eta = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียนรู้ (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 - 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน



ผลของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" สำหรับนักศึกษาระดับระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 - 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ และ วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ
2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก " ปรากฏผล ดังนี้

- 1 การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญ	จำนวน (คน)	\bar{X}	ระดับความคิดเห็น
ด้านเนื้อหา	2	3.75	ดี
ด้านการผลิตสื่อการสอน	2	3.93	ดี

ตารางที่ 2 แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านเนื้อหา อยู่ที่ระดับ 3.75 และ ค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการผลิตสื่ออยู่ที่ระดับ 3.93 สรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก " ที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งทางด้านเนื้อหา และ ทางด้านการผลิตสื่อการสอน

2. การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร

(เสาวณีย์, 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ } \eta = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 - 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

$$\text{แทนค่า } M_1 = 5.35$$

$$M_2 = 14.04$$

$$P = 23$$

$$\text{ประสิทธิภาพ } \eta = \frac{14.04 - 5.35}{23 - 5.35} + \frac{14.04 - 5.35}{23}$$

$$= 0.492 + 0.378$$

$$= 0.87$$

$$\text{ค่าที่ได้} = 0.87$$

ดังนั้น การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" ได้เกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียน และ หลังเรียน (t - test: One – Group Pretest – Posttest) ปรากฏผล ดังนี้

ผลการคำนวณการทดสอบนัยสำคัญ โดยอาศัยการแจกแจงของที (t - test)

$$\sum D = 200 \quad \sum D^2 = 1760 \quad N = 23 \text{ คน}$$

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N คือ จำนวนคู่ (คน)

แทนค่า

$$\begin{aligned} t &= \frac{200}{\sqrt{\frac{(23 \times 1760) - (200)^2}{23 - 1}}} \\ &= \frac{200}{21.818} \\ &= 9.17 \end{aligned}$$

จากตาราง t ซึ่งมี df = 22 ระดับความเชื่อมั่น 0.05 มีค่า 2.074 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 9.17 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่าผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน และ เชื่อได้ 95 % นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ โครงสร้างจุลภาคของ เหล็ก ” นักศึกษา มีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือ ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นจริงเชื่อได้ 95 %

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 3.75 และ ด้านการผลิตสื่อการสอนอยู่ที่ระดับ 3.93 ถือว่าอยู่ใน ระดับดี
2. ประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก” ได้เกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80
3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก " เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 – 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม(Engineering Metallurgy)รหัสวิชา 11 – 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บข้อมูลในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก " และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยนี้ เริ่มต้น จากศึกษาหลักสูตรและข้อมูลต่าง ๆ การวิเคราะห์เนื้อหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การสร้างแบบทดสอบ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก " โดยแบ่งขั้นตอน การดำเนินเรื่อง เป็นบทเรียน และเก็บบันทึกไว้ในแผ่นซีดีรอมจำนวน 1 แผ่น

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ใช้เกณฑ์การหาค่าประสิทธิภาพ 80 / 80 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยแบบทดสอบด้วยผลสัมฤทธิ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบแล้ว โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (t-test : One – Group Pretest – Posttest)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่อง " โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก "
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น
3. เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่องการสร้าง และ หาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" ปรากฏผลดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 3.75 และด้านการผลิตสื่อการสอนอยู่ที่ระดับ 3.93 ถือว่าอยู่ในระดับดี
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" ได้เกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80
3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษา มีความรู้เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริงเชื่อได้ 95 %

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้าง และ หาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) รหัสวิชา 11 - 413 - 404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ปรากฏว่า มีประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 5.30 ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 14.00 ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งผู้วิจัยมั่นใจว่ามาจากสาเหตุดังนี้

1. นักศึกษาที่ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ซึ่งกำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้การทดลองแบบไม่บอกให้นักศึกษารู้ล่วงหน้า ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย แต่บอก

กับนักศึกษาว่าเป็นการเรียนการสอนตามปกติ และทำการทดสอบกับนักศึกษาทั้งห้อง โดยไม่มีการยกเว้น

2. จากการสอบถามนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างว่า " เคยฝึกปฏิบัติการสืบค้นข้อมูล มาก่อนหรือไม่ " คำตอบที่ได้รับ 70 % ของนักศึกษาไม่เคยฝึก บางคนเคยศึกษาด้านเนื้อหาทฤษฎี แต่ไม่เคยลงปฏิบัติ สำหรับการทดลองจะทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งห้อง แต่การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยจะใช้ กลุ่มตัวอย่าง 20 คนมาวิเคราะห์เท่านั้น

3. ก่อนทดสอบผู้วิจัยจะบอกกับนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างว่า คะแนนที่ได้จะมีผลในการเรียนที่ผู้วิจัยสอนอยู่ คือ วิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม (Engineering Metallurgy) ดังนั้น การทดสอบก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนจึงต่ำ เพราะนักศึกษามีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่เรียนนั้นมาน้อย และ เมื่อผู้วิจัย ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนประจำวิชา ในเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ๙ ดังกล่าว ให้นักศึกษาดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ ๙ เมื่อนักศึกษาดูบทเรียนเสร็จจึงให้ทำแบบทดสอบเดิมอีกครั้งทันที ซึ่งขณะที่นักศึกษาดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ ๙ สังเกตว่า

นักศึกษามีความตั้งใจเรียนมาก เพราะทราบว่า จะต้องทำแบบทดสอบเดิมอีกครั้ง ซึ่งในการทำครั้งแรกนักศึกษาอาจจะทำไม่ค่อยได้ ดังนั้น ผลค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบ หลังจากดูด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ ๙

ในส่วนของการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน (t-test : One-Group Pretest-Posttest) จากตาราง t ซึ่งมี df = 19 ระดับความเชื่อมั่น 0.05 มีค่า 2.093 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 8.18 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่าผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เชื่อได้ 95%

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการเรียนการสอน

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยในการประเมินทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 3.75 และค่าระดับคะแนนเฉลี่ยในการประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 3.93 ตามช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแนวทางของเบสท์ มีค่าอยู่ในระดับดี อาจเป็นผลมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเนื้อหาวิธีการสอนที่ผู้วิจัย

มีประสบการณ์ และความคุ้นเคยในการสอนมาหลายสิบปี และ ในการดำเนินการถ่ายทำวิดีโอจะนำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้ดำเนินการเองแต่จัดจ้างผู้รับจ้างจากภายนอกดำเนินการให้ จึงทำให้ค่าประเมินที่ได้อยู่ในระดับดี แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยคิดว่า ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ซึ่งจะต้องได้รับการพัฒนาและแก้ไขในโอกาสต่อไป เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนค่อนข้างน้อย เนื้อหารายละเอียดยังไม่ดีพอ ภาพและเสียงยังไม่ค่อยดีมีเสียงแทรก และมีเสียงรบกวนบ้างในขณะที่ถ่ายทำ เนื่องจากการถ่ายทำมีขีดจำกัดด้วยเวลาและสถานที่ ดังนั้น การสอน ผู้สอนจะต้องมีทักษะในการถ่ายทอดการปฏิบัติการ ด้านโครงสร้างจุลภาคของเหล็ก มาก่อน สามารถที่จะตอบคำถาม เมื่อนักศึกษามีข้อสงสัย และพร้อมที่จะแสดงการสาริตโครงสร้างจุลภาคของเหล็กให้นักศึกษาดูได้อย่างซ้ำ ๆ และปลอดภัย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

จากการถ่ายทำ สื่อการเรียนการสอนชุดนี้ เป็นการดึงเนื้อหาวิชาบางตอน เท่านั้น ดังนั้น เนื้อหาที่สมบูรณ์ ต้องใช้เวลาและการเตรียมการที่ยาวนาน และ เหมาะสมกว่านี้ ในการดำเนินการวิจัยในลักษณะเดียวกันนี้ จะต้องมีเวลาในการถ่ายทำวิดีโอให้มาก ถ่ายสำรองหลายครั้ง เพื่อนำมาคัดเลือกภาพที่ดีที่สุด สำหรับค่าใช้จ่าย จะต้องมีการสำรวจสำหรับค่าจัดจ้างผู้รับพิมพ์งานวิจัย และ ค่าวัสดุที่ใช้ในการดำเนินการจะต้องจัดเตรียมไว้ การทำงานในลักษณะเป็นกลุ่มคณะจะต้องมีการวางแผนตารางการดำเนินการ จะต้องมีการประชุม สำหรับกลุ่มผู้ร่วมทำงานวิจัย เพื่อทำให้กลุ่มผู้วิจัยทุกคนทราบความก้าวหน้าของเพื่อนักวิจัย และเพื่อให้เกิดความร่วมมือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินการวิจัย



เอกสารอ้างอิง

- กมลรัตน์ สมใจ. 2546. " การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง การทำงานในระบบคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏ" **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,**
- กรมการศึกษานอกโรงเรียน, กระทรวงศึกษาธิการ. 2541. **วิจัยความต้องการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทศูนย์การพิมพ์แก่นจันทร์ จำกัด,
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. 2536. **เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
- กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์. 2540. **การวัด การวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น.** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ,
- กัญญารัตน์ อู่ตะเภา. 2544. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาสถิติเบื้องต้น " วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,**
- ขนิษฐา ชานนท์. 2532. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน" **เทคโนโลยีทางการศึกษา.** 1, 1 : 8.
- คมพันธ์ ชมสมุทร. 2547. "การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องลึงอัตโนมัติ"**รายงานการวิจัย สาขาวิชาเครื่องจักรกลอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,**
- จรรยา โพธิ์สาร. 2543. " คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้พื้นฐานงานมัลติ " **วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,**

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- จินตนา คงบุญ. 2545. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่อง การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรม NETSCAPE MESSENGER สำหรับบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง“ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,
- ถนอมพร เลานจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชา โสวัตศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ทินกร จันทร์กระจ่าง. 2547. “การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานโลหะวิทยา“รายงานการวิจัยสาขาวิชาช่างโลหะคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,
- ธีระ ไสภณจิตต์. 2534. “การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เขียนแบบภาพตัด วิชา เขียนแบบเครื่องกล “ วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
- บุญเกื้อ ควรวาเวช. 2542. นวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- บุญธรรม พ่วงลา. 2547. “การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานไม้“ รายงานการวิจัย สาขาวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,
- บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เม็ดทราย,

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

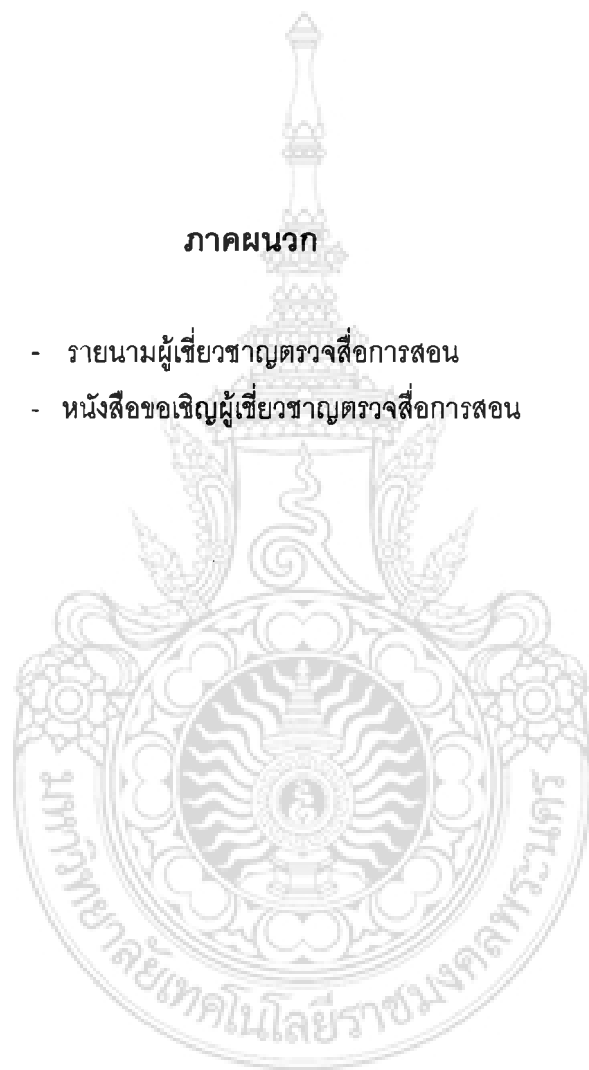
- ประเสริฐ วิโรจน์วิชาน. 2547. " การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การถอดประกอบปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ดีเซล" รายงานการวิจัย สาขาวิชา เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,
- ผ่องพรรณ จันทร์กระจ่าง. 2548. "การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การจดบันทึกข้อมูล เพื่อจัดทำรายงานทางวิชาการ" รายงานการวิจัย สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,
- พิเชษฐ จิรประเสริฐวงศ์. 2547. " การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุในทางวิศวกรรม" รายงานการวิจัย สาขาช่างโลหะ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,
- ยี่น ภู่วรรณ. 2531. " การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน" **ไมโครคอมพิวเตอร์**. 3, 36 : 121.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น,
- วิชุดา รัตนเพียร. 2536. " เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงวิชาการ การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ใน ระบบการศึกษาของโรงเรียน " กรุงเทพมหานคร : คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- สิงห์แก้ว ปือกเท็ง. 2547. "การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกัดอัตโนมัติ" รายงานการวิจัย สาขาวิชาเครื่องจักรกลอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สำเริง แพงศรี. 2547. "การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการปฏิบัติงานขั้นพื้นฐาน" รายงานการวิจัย สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2536. " เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงวิชาการ การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในระบบการศึกษาของโรงเรียน" กรุงเทพมหานคร : ชมรมศิษย์เก่าวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- อดิเทพ ไขเพชร. 2534. " การสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โปรแกรมเรียนด้วยตนเองภาษาแอสแซมบลี Z - 80 กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ " วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,
- Best, John W. Research in Education. 4th ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prectice Hall, Inc.,1983.
- Gagne, R et al. Principles of Instruction Design. New York, NY : The Dryden Press.
- Orilia, L.S. 1986. Computer and Information an Introduction. New York : McGraw - Hill.
- Spencer, Donald D. 1977. Computer Dictionary. 2 nd Ed. Florida : Camlot Publishin.

ภาคผนวก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอน
- หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอน





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 20 ธันวาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเทคนิคการผลิตในโครงการวิจัย
ของ วิทยาเขตพระนครเหนือ

เรียน อาจารย์ประสงค์ ก้านแก้ว

ตามที่ โครงการวิจัย การสร้าง และ หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก” ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ปีงบประมาณ 2549 ผู้วิจัย ได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยฯ เพื่อขอเรียนเชิญ อาจารย์ประสงค์ ก้านแก้ว ผู้มีคุณสมบัติเหมาะสม ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบการสอบด้านเทคนิคการผลิต เพื่อนำผลมาประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนเสนอมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นายทินกร จันทร์กระจ่าง)

ผู้วิจัย





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 20 ธันวาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตในโครงการวิจัย
ของ วิทยาเขตพระนครเหนือ

เรียน อาจารย์พิเศษ จิรประเสริฐวงศ์

ตามที่ โครงการวิจัย การสร้าง และ หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ปีงบประมาณ 2549 ผู้วิจัยได้ปรึกษา ฝ่ายวิจัย และฝึกอบรม เพื่อขอเรียนเชิญ อาจารย์พิเศษ จิรประเสริฐวงศ์ เป็นผู้มีคุณสมบัติ เหมาะสม ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิต เพื่อนำผลมาประกอบใน การดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นายทินกร จันทร์กระจ่าง)

ผู้วิจัย





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 20 ธันวาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ในโครงการวิจัย ของ วิทยาเขตพระนครเหนือ

เรียน อาจารย์สุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์

ตามที่ โครงการวิจัย "การสร้าง และ หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก " ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ปีงบประมาณ 2549 ผู้วิจัยได้ปรึกษา ฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม พิจารณา ขอเรียนเชิญ อาจารย์สุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์ มีคุณสมบัติเหมาะสม ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โครงการวิจัย ชื่อ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก " สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ" ประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนเสนอมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นายทินกร จันทร์กระจ่าง)

ผู้วิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 20 ธันวาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอนด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ในโครงการวิจัย ของ วิทยาเขตพระนครเหนือ

เรียน อาจารย์พรทัศน์ บุญมั่งมี

ตามที่ โครงการวิจัย "การสร้าง และ หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ปีงบประมาณ 2549 ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม พิจารณา ขอเรียนเชิญ อาจารย์พรทัศน์ บุญมั่งมี มีคุณสมบัติเหมาะสม ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอนด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โครงการวิจัย ชื่อ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ประกอบในการ ดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนเสนอมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นายทินกร จันทร์กระจ่าง)

ผู้วิจัย

ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก

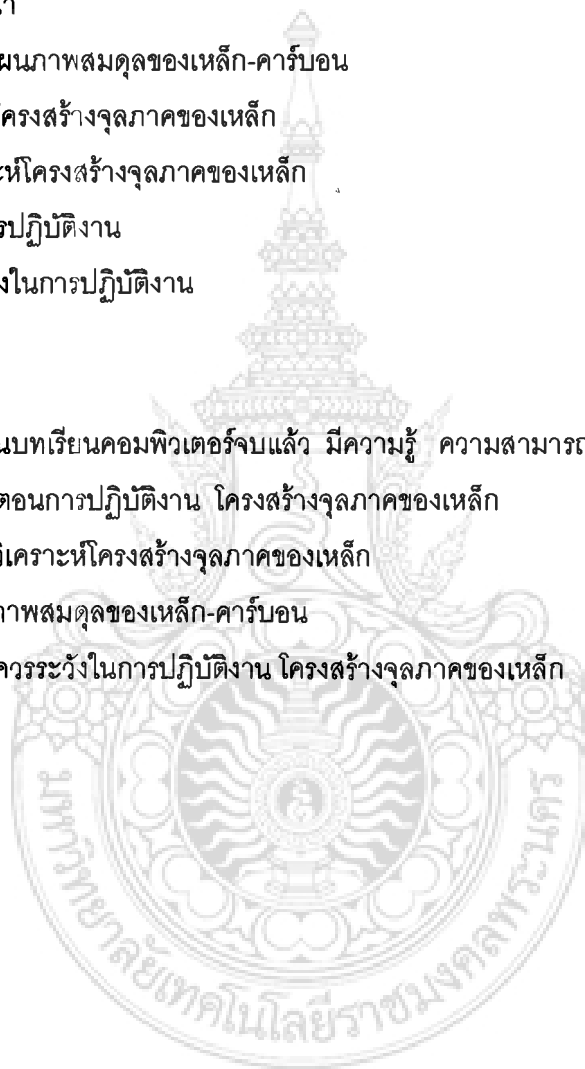
ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก ได้แบ่งเนื้อหาการเรียนเป็นรายข้อดังนี้

1. การกล่าวนำ
2. การเขียนแผนภาพสมดุลงของเหล็ก-คาร์บอน
3. การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเหล็ก
4. การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก
5. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
6. ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์

เมื่อผู้เรียน เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์จบแล้ว มีความรู้ ความสามารถ

1. อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก
2. อธิบายวิธีวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก
3. เขียนแผนภาพสมดุลงของเหล็ก-คาร์บอน
4. อธิบายข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก



แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใดโปรดทำเครื่องหมาย

ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

1. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่าควรมีการปรับปรุง
2. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมพอใช้
3. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมปานกลาง
4. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดี
5. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดีมาก

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม						
1.2 ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา						
1.3 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ						
2. ภาพ						
2.1 คุณภาพของภาพ						
2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย						
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย						
2.4 ความเหมาะสมของเทคนิคสร้างภาพในบทเรียน						
2.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟฟิก						

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
3. เสียงและภาษา						
3.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย						
3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย						
3.3 ความถูกต้องของการใช้ภาษา						
4. เวลา						
4.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเนื้อหา ในภาพ						
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเนื้อหา คำบรรยาย						
4.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง						

ความคิดเห็นเรื่องอื่น ๆ

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

..... / /

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใดโปรดทำเครื่องหมาย
ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

1. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่าควรมีการปรับปรุง
2. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมใช้
3. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมปานกลาง
4. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดี
5. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดีมาก

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม						
1.2 ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา						
1.3 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ						
2. ภาพ						
2.1 คุณภาพของภาพ						
2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย						
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย						
2.4 ความเหมาะสมของเทคนิคสร้างภาพในบทเรียน						
2.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟฟิก						

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
3. เสียงและภาษา						
3.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย						
3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย						
3.3 ความถูกต้องของการใช้ภาษา						
4. เวลา						
4.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหา ในภาพ						
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหา คำบรรยาย						
4.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง						

ความคิดเห็นเรื่องอื่น ๆ

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

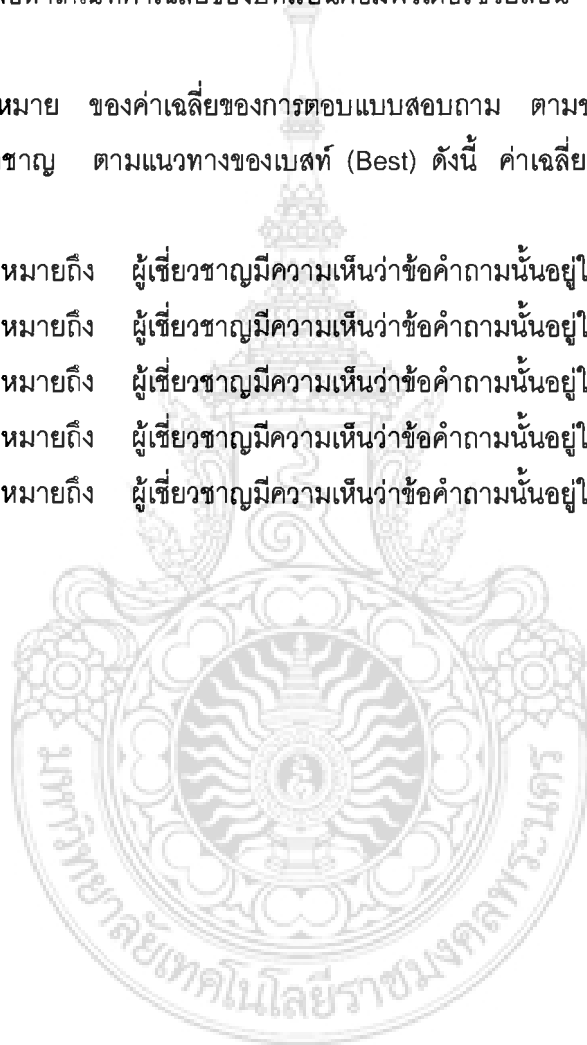
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินสื่อการสอน

การประเมินความคิดเห็น จากการตอบแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ ด้วยหาค่าเฉลี่ยของ ข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วหาผลรวมของค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามทั้งฉบับ แล้วแปลความหมาย ของผลรวมค่าเฉลี่ย เพื่อหาเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การแปลความหมาย ของค่าเฉลี่ยของการตอบแบบสอบถาม ตามช่วงของค่าเฉลี่ย ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ตามแนวทางของเบสท์ (Best) ดังนี้ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่

4.50 – 5.00	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ดีมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ดี
2.50 – 3.49	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้
1.50 – 2.49	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ ควรปรับปรุง
1.00 – 1.49	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ไม่ได้



ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ประเมินเรียงตามรายชื่อ				\bar{X}
	1	2	3	4	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	3	4	-	-	3.5
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	4	-	-	4.0
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	4	3	-	-	3.5
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	3	3	-	-	3.0
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	3	4	-	-	3.5
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	4	-	-	4.0
2. รูปภาพและภาษา					
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา.....	4	3	-	-	3.5
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4	4	-	-	4.0
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	5	4	-	-	4.5
3. เวลาในการนำเสนอ					
3.1 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาในภาพ ...	4	4	-	-	4.0
3.2 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย	4	3	-	-	3.5
3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่นำเสนอทั้งเรื่อง	4	4	-	-	4.0
\bar{X}	3.83	3.67	-	-	3.75

ตารางที่ 3 ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

หมายเหตุ หมายเลข 1 คือ ชื่อผู้ประเมิน อาจารย์สุทธิพงษ์ จำรูญรัตน์
 หมายเลข 2 คือ ชื่อผู้ประเมิน อาจารย์พรทัศน์ บุญมั่งมี

ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ประเมินเรียงตาม รายชื่อ				\bar{X}
	1	2	3	4	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	4	4	-	-	4.0
1.2 ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา	4	4	-	-	4.0
1.3 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีนำเสนอ	5	4	-	-	4.5
2. ภาพ					
2.1 คุณภาพของภาพ	4	4	-	-	4.0
2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	4	3	-	-	3.5
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	4	4	-	-	4.0
2.4 ความเหมาะสมของเทคนิคสร้างภาพในบทเรียน	3	4	-	-	3.5
2.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟฟิก	4	4	-	-	4.0
3. เสียงและภาษา					
3.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4	4	-	-	4.0
3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4	4	-	-	4.0
3.3 ความถูกต้องของการใช้ภาษา	4	4	-	-	4.0
4. เวลา					
4.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาในภาพ	4	3	-	-	3.5
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหา คำบรรยาย	4	4	-	-	4.0
4.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง	4	4	-	-	4.0
\bar{X}	4.00	3.85	-	-	3.93

ตารางที่ 4 ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หมายเหตุ หมายเลข 1 คือ ชื่อผู้ประเมิน นายประสงค์ ก้านแก้ว

หมายเลข 2 คือ ชื่อผู้ประเมิน นายพิเชฐ จิระประเสริฐวงศ์

แสดงผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญประเมิน		ผลค่า O.V.
	คนที่ 1	คนที่ 2	
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1
16	1	1	1
17	1	1	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์
 สรุปผล แบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก
 จำนวน 20 ข้อ ทุกข้อตรงกับวัตถุประสงค์การสอน

แสดงผลการประเมินความยากง่ายของแบบทดสอบ

ระดับปวส. แผนกช่างเทคนิคอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม 20ข้อ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	481202071101-0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	12
2	481202071102-8	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	13
3	481202071103-6	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	11
4	481202071104-4	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	10
5	481202071105-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6
6	481202071106-9	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	8
7	481202071107-7	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	12
8	481202071108-5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	17
9	481202071109-3	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	9
10	481202071110-1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	11
11	481202071112-7	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	8
12	481202071113-5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
13	481202071114-3	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	14
14	481202071115-0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6
15	481202071116-8	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	13
16	481202071118-4	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	12
17	481202071119-2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	16
18	481202071120-0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	14
19	481202071121-8	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	8
20	481202071122-6	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	14
21	481202071123-4	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	14
22	481202071124-2	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	15
23	481202071126-7	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
รวมคะแนนรายข้อ (R)		15	14	16	7	16	15	14	18	8	15	16	17	12	9	16	14	15	18	9	13	277
ค่าความยากง่าย(0.2-0.8)		0.6	0.6	0.7	0.3	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.6	0.7	0.7	0.5	0.4	0.7	0.6	0.7	0.7	0.4	0.5	

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมิน หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

พิจารณาข้อสอบที่มีค่า ความยากง่าย = 0.2 - 0.8

หมายเหตุ

ช่องคะแนน 0 = ทำผิด

ช่องคะแนน 1 = ทำถูก

สูตร ค่าความยากง่าย $P = R / N$

$R =$ จำนวนคนที่ทำถูก

$N =$ จำนวนคนทั้งหมด = 23 คน

แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงคะแนนจากมากไปน้อย)

ระดับ ปวส. แผนกช่างเทคนิคอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการผลิต

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม 20ข้อ	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	481202071113-5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18	
2	481202071108-5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	17
3	481202071119-2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	16
4	481202071126-7	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
5	481202071124-2	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	15
6	481202071114-3	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	14
7	481202071120-0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	14
8	481202071122-6	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	14
9	481202071123-4	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	14
10	481202071102-8	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	13
11	481202071116-8	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	13
12	481202071101-0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	12
13	481202071107-7	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	12
14	481202071118-4	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	12
15	481202071103-6	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	11
16	481202071110-1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	11
17	481202071104-4	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	10
18	481202071109-3	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	9
19	481202071106-9	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	8
20	481202071112-7	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	8
21	481202071121-8	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	8
22	481202071105-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6
23	481202071115-0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	6
รวมคะแนนรายข้อ		15	14	16	7	16	15	14	18	8	15	16	17	12	9	16	14	15	18	9	13	277	

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงจากมากไปน้อย)

แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงคะแนนจากมากไปน้อย)

ระดับ ปวส. แผนกช่างเทคนิคอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการผลิต

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม 20ข้อ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	481202071113-5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
2	481202071108-5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	17
3	481202071119-2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	16	
4	481202071126-7	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	
5	481202071124-2	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	15	
6	481202071114-3	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	14	
7	481202071120-0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	14	
8	481202071122-6	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	14	
รวมคะแนนรายข้อ (RU)		8	6	6	4	6	7	7	7	4	7	8	6	6	5	8	5	6	7	5	6	124

ตารางที่ 8 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงจากมากไปน้อย)

แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงคะแนนจากมากไปน้อย)

ระดับปวส. แผนกช่างยนต์ คณะเครื่องกล (กลุ่มคะแนนต่ำ)

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม 20ข้อ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
16	481202071110-1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	11
17	481202071104-4	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	10
18	481202071109-3	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	9
19	481202071106-9	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	8
20	481202071112-7	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	8
21	481202071121-8	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	8
22	481202071105-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6
23	481202071115-0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6
รวมคะแนนรายข้อ (RL)		2	4	4	2	4	3	3	5	1	4	4	4	2	3	3	3	4	5	3	3	66

ตารางที่ 9 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงจากมากไปน้อย)

แสดงผลค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ระดับปวส. แผนกช่างเทคนิคอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการผลิต

รายการ	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ (ข้อที่)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รวมคะแนนรายข้อ (RU)	8	6	6	4	6	7	7	7	4	7
รวมคะแนนรายข้อ (RL)	2	4	4	2	4	3	3	5	1	4
N / 2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ค่าอำนาจจำแนก (D)	0.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.25	0.375	0.375

รายการ	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ (ข้อที่)										รวม 20ข้อ
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
รวมคะแนนรายข้อ (RU)	8	6	6	5	8	5	6	7	5	6	
รวมคะแนนรายข้อ (RL)	4	4	2	3	3	3	4	5	3	3	
N / 2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
ค่าอำนาจจำแนก (D)	0.5	0.25	0.5	0.25	0.625	0.25	0.25	0.25	0.25	0.375	

ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$\text{สูตร} \quad \text{ค่าอำนาจจำแนก} = \frac{RU - RL}{N / 2}$$

พิจารณาข้อสอบที่มี ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

สรุป แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยทุกข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (เรียงคะแนนจากมากไปน้อย)

ระดับปวส. แผนกช่างเทคนิคอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม ข้อ	X ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	481202071113-5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18	324
2	481202071108-5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	17	289
3	481202071119-2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	16	256
4	481202071126-7	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	256
5	481202071124-2	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	15	225
6	481202071114-3	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	14	196
7	481202071120-0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	14	196
8	481202071122-6	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	14	196
9	481202071123-4	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	14	196
10	481202071102-8	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	13	169
11	481202071116-8	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	13	169
12	481202071101-0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	12	144
13	481202071107-7	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	12	144
14	481202071118-4	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	12	144
15	481202071103-6	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	11	121
16	481202071110-1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	11	121
17	481202071104-4	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	10	100
18	481202071109-3	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	9	100
19	481202071106-9	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	8	81
20	481202071112-7	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	8	81
21	481202071121-8	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	8	64
22	481202071105-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6	49
23	481202071115-0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6	36
รวมคะแนนรายข้อ		15	14	16	7	16	15	14	18	8	15	16	17	12	9	16	14	15	18	9	13	277	3657
p		0.652	0.609	0.696	0.304	0.696	0.652	0.625	0.78	0.375	0.652	0.696	0.739	0.522	0.391	0.696	0.609	0.652	0.78	0.391	0.542		
q		0.384	0.391	0.304	0.696	0.304	0.384	0.391	0.22	0.625	0.384	0.304	0.261	0.478	0.609	0.304	0.391	0.384	0.22	0.609	0.458		
pq		0.25	0.24	0.21	0.21	0.21	0.25	0.24	0.17	0.23	0.25	0.21	0.19	0.25	0.24	0.21	0.24	0.25	0.17	0.24	0.25	4.51	

ตารางที่ 11 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผลการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก

$$\sum pq = 4.51 \quad \sum X = 277 \quad \sum X^2 = 3.657$$

$$\begin{aligned} \text{คำนวณค่า } S^2_t &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2} \\ &= \frac{23 \times 3.657 - (277)^2}{23 \times 23} \\ &= 13.95 \end{aligned}$$

$$\text{จาก } r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2_t} \right]$$

- เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 n คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 p คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือ สัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด
 q คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1-p$
 S^2_t คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } r_{tt} &= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{4.51}{13.95} \right] = 0.70 \end{aligned}$$

ดังนั้นแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเชื่อมั่น 0.70



ผลการคำนวณวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์, 2528 : 295)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

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

- เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ
 E_2 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ
 $\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนที่ผู้เรียนทำได้
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่ผู้เรียนทำได้
 A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
 N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

แต่เนื่องจาก ขั้นตอนการวิจัย ผู้วิจัยไม่ได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน จึงไม่สามารถใช้สูตรดังกล่าวได้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอใช้สูตรใหม่ คือ

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์, 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ } \eta = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

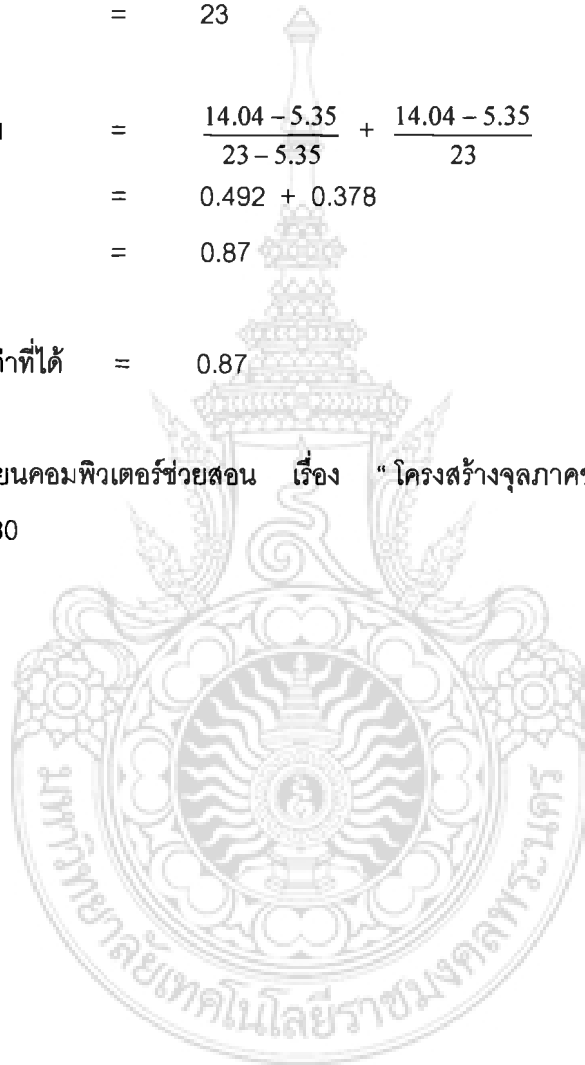
ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } M_1 &= 5.35 \\ M_2 &= 14.04 \\ P &= 23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ } \gamma &= \frac{14.04 - 5.35}{23 - 5.35} + \frac{14.04 - 5.35}{23} \\ &= 0.492 + 0.378 \\ &= 0.87 \end{aligned}$$

$$\text{ค่าที่ได้} = 0.87$$

ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก" ได้เกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80



แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t - test)

เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก

ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ปีการศึกษา 2 / 2549

ที่	รหัสนักศึกษา	ผลการทดลอง 40 คะแนน		ผลต่าง (Y- X) = D	(ผลต่าง) ² D ยกกำลัง 2
		ก่อน (X)	หลัง (Y)		
1	487302061101-4	5	16	11	121
2	487302061102-2	5	13	8	64
3	487302061105-5	6	15	9	81
4	487302061106-3	4	13	9	81
5	487302061107-1	6	15	9	81
6	487302061108-8	7	16	9	81
7	487302061109-7	5	15	10	100
8	487302061110-5	6	14	8	64
9	487302061111-3	6	14	8	64
10	487302061112-1	4	12	8	64
11	487302061113-9	7	16	9	81
12	487302061114-7	8	18	10	100
13	487302061115-4	7	16	9	81
14	487302061116-2	5	13	8	64
15	487302061117-0	3	12	9	81
16	487302061120-4	4	12	8	64
17	487302061122-0	4	12	8	64
18	487302061123-8	6	16	10	100
19	487302061125-3	3	10	7	49
20	487302061126-1	5	12	7	49
รวม		106	280	174	1534
ค่าเฉลี่ย		5.3	14		

ตารางที่ 12 การทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t - test)

ผลการคำนวณการทดสอบนัยสำคัญ โดยอาศัยการแจกแจงของที (t - test)

$$\sum D = 174 \quad \sum D^2 = 1534 \quad N = 20 \text{ คน}$$

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
N คือ จำนวนคู่ (คน)

แทนค่า

$$\begin{aligned} t &= \frac{174}{\sqrt{\frac{(20 \times 1534) - (174)^2}{20-1}}} \\ &= \frac{174}{21.263} \\ &= 8.18 \end{aligned}$$

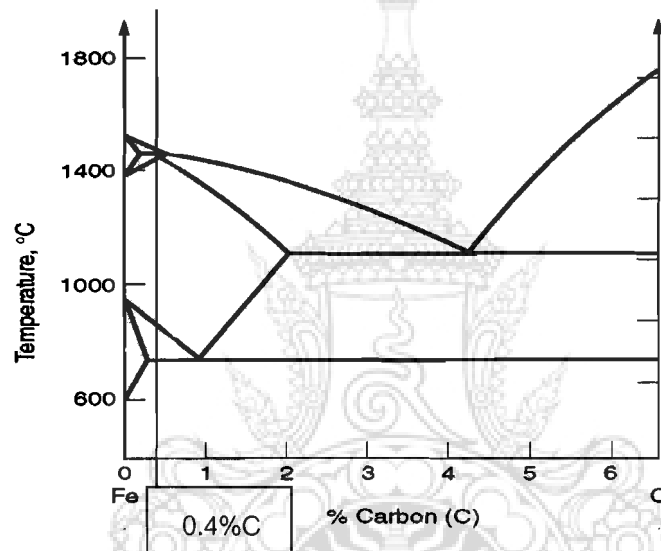
จากตาราง t ซึ่งมี df = 19 ระดับความเชื่อมั่น 0.05 มีค่า 2.093 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 8.18 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่า ผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน และ เชื่อได้ 95 % นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือ ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นจริงเชื่อได้ 95 %

[7] ข้อใดคือข้อมูลของ Delta – Iron

- ก. มีโครงสร้างหลักเป็น Pearlite
- ข. มีโครงสร้างผลึกเป็นแบบ F.C.C.
- ค. เกิดอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 1400 – 1539 °C
- ง. สามารถละลาย carbon ในเหล็กได้สูงสุด 0.5 % ที่อุณหภูมิ 1493 °C

[8] อุณหภูมิวิกฤต (Recrystallization Temperature) ในแผนภาพสมดุลย์ อยู่ที่อุณหภูมิใด

- ก. 723 °C
- ข. 910 °C
- ค. 1130 °C
- ง. 1493 °C



[9] เหล็ก Hyper – Eutectoid ณ อุณหภูมิห้องประกอบด้วย Phase อะไรบ้าง

- ก. Ferrite + Cementite
- ข. Pearlite + Cementite
- ค. Ferrite + Austenite
- ง. Ferrite + Pearlite

[10] เหล็ก ณ อุณหภูมิ 650 °C ส่วนผสม 0.4 % C โครงสร้างที่ได้คือ

- ก. Ferrite + Cementite
- ข. Pearlite
- ค. Ferrite + Pearlite
- ง. Pearlite + Cementite

[11] เหล็ก ณ อุณหภูมิ 1050 °C ส่วนผสม 0.4 % C โครงสร้างที่ได้คือ

- ก. Austenite
- ข. Ferrite
- ค. Pearlite
- ง. Ledeburite

[12] เหล็ก ณ อุณหภูมิ 650 °C ส่วนผสม 0.83 % C โครงสร้างที่ได้คือ

- ก. Ferrite + Cementite
- ข. Pearlite
- ค. Ferrite + Pearlite
- ง. Pearlite + Cementite

[13] เหล็ก ณ อุณหภูมิ 750 °C ส่วนผสม 1.2 % C โครงสร้างที่ได้คือ

ก. Ledeburite

ข. Ledeburite + Cementite

ค. Austenite + Ledeburite

ง. Austenite + Cementite

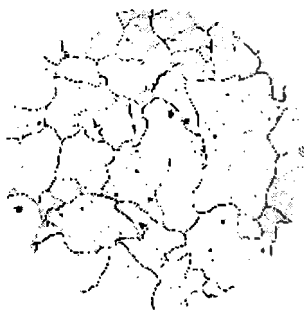
[14] เหล็ก ณ อุณหภูมิ 1050 °C ส่วนผสม 3.5 % C โครงสร้างที่ได้คือ

ก. Ledeburite

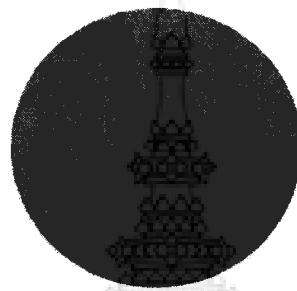
ข. Ledeburite + Cementite

ค. Austenite + Ledeburite

ง. Austenite + Cementite



A



B



C

[15] โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก จากภาพ A คือ

ก. Ferrite

ข. Ferrite + Cementite

ค. Pearlite

ง. Pearlite + Ferrite

[16] โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก จากภาพ B คือ

ก. Ferrite

ข. Ferrite + Cementite

ค. Pearlite

ง. Pearlite + Ferrite

[17] โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก จากภาพ C คือ

ก. Ferrite

ข. Ferrite + Cementite

ค. Pearlite

ง. Pearlite + Ferrite



D



E

[18] โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก จากภาพ D ส่วนที่เป็นเส้นดำที่บคือ

ก. Ferrite

ข. Pearlite

ค. Cementite

ง. Graphite

[19] โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก จากภาพ E ส่วนที่เป็นพื้นที่ทั้งหมดคือ

ก. Ferrite

ข. Pearlite

ค. Cementite

ง. Graphite

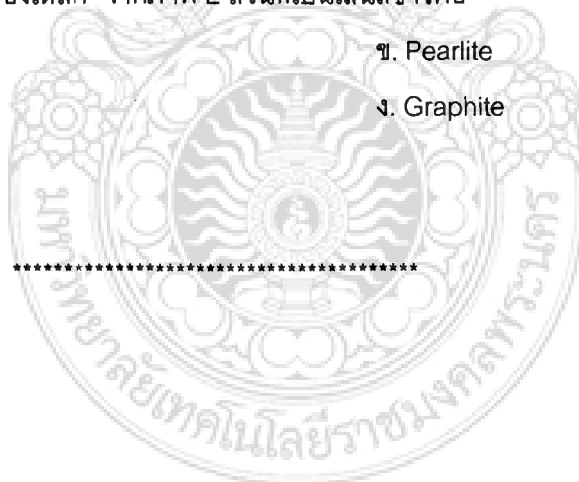
[20] โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก จากภาพ E ส่วนที่เป็นเส้นสีขาวคือ

ก. Ferrite

ข. Pearlite

ค. Cementite

ง. Graphite





กระดาษคำตอบ แบบทดสอบเรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก

ชื่อ.....รหัสประจำตัว.....

- คำสั่ง 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- | | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| 1. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 2. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 3. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 4. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 5. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 6. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 7. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 8. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 9. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 10. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 11. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 12. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 13. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 14. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 15. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 16. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 17. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 18. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 19. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 20. | ก. | ข. | ค. | ง. |



เฉลย แบบทดสอบเรื่อง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก

ชื่อ.....รหัสประจำตัว.....

- คำสั่ง 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1.	ก.	X	ค.	ง.
2.	ก.	X	ค.	ง.
3.	ก.	ข.	ค.	X
4.	X	ข.	ค.	ง.
5.	ก.	ข.	ค.	X
6.	X	ข.	ค.	ง.
7.	ก.	ข.	X	ง.
8.	X	ข.	ค.	ง.
9.	ก.	X	ค.	ง.
10.	ก.	ข.	X	ง.
11.	X	ข.	ค.	ง.
12.	ก.	X	ค.	ง.
13.	ก.	ข.	ค.	X
14.	ก.	ข.	X	ง.
15.	X	ข.	ค.	ง.
16.	ก.	ข.	ค.	X
17.	ก.	ข.	X	ง.
18.	ก.	ข.	ค.	X
19.	ก.	X	ค.	ง.
20.	ก.	ข.	X	ง.

ลักษณะรายวิชา

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. รหัสและชื่อวิชา | 11-413-404 โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม
Engineering Metallurgy |
| 2. สภาพรายวิชา | วิชาเฉพาะสาขาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต |
| 3. ระดับรายวิชา | ภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 2 |
| 4. พื้นฐาน | - |
| 5. เวลาศึกษา | 68 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 2 คาบต่อ
สัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาค้นคว้านอกเวลา 3 ชั่วโมงต่อ
สัปดาห์ |
| 6. จำนวนหน่วยกิต | 3 หน่วยกิต |
| 7. จุดมุ่งหมายรายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> 1. รู้จักเครื่องมือและอุปกรณ์ทางโลหะวิทยา 2. เข้าใจถึงสมบัติทางกลของโลหะ 3. เข้าใจโครงสร้างของโลหะและการเกิดผลึก 4. เข้าใจการแปรรูปโลหะ 5. เข้าใจถึงสมบัติโลหะผสม 6. เข้าใจแผนภาพสมดุลของโลหะผสม 7. เข้าใจแผนภาพสมดุล เหล็ก - คาร์บอน 8. เข้าใจวิธีการอบชุบเหล็ก |
| 8. คำอธิบายรายวิชา | ศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงาน
โลหะวิทยา คุณสมบัติเชิงกลของโลหะ โครงสร้างของโลหะและ
การเกิดผลึก การแปรรูปของโลหะ สมบัติของโลหะของโลหะผสม
แผนภาพสมดุลของโลหะ แผนภาพสมดุล เหล็ก - คาร์บอน
การอบชุบโลหะ เหล็กหล่อ โลหะไม่ใช่เหล็ก และคุณสมบัติ |

ลักษณะรายวิชา

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. รหัสและชื่อวิชา | 04-402-112 โลหะวิทยา
METALLURGY |
| 2. สภาพรายวิชา | วิชาชีพเฉพาะสาขา ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
สาขาวิชาช่างโลหะ |
| 3. ระดับรายวิชา | ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 1 |
| 4. พื้นฐาน | - |
| 5. เวลาศึกษา | 90 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบต่อสัปดาห์
และนักศึกษาต้องใช้เวลาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |
| 6. จำนวนหน่วยกิต | 3 หน่วยกิต |
| 7. จุดมุ่งหมายรายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าใจโครงสร้างผลึกของโลหะ 2. เข้าใจสมบัติของโลหะ 3. เข้าใจการแปรรูปของโลหะ 4. พิจารณาเลือกแผนภาพสมดุลของโลหะ 5. จัดทำแผนภาพสมดุล เหล็ก - คาร์บอน 6. ตรวจสอบโลหะกลุ่มเหล็ก 7. ตระหนักถึงความสำคัญของงานโลหะวิทยา |
| 8. คำอธิบายรายวิชา | ศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้างผลึกของโลหะ สมบัติของโลหะ
การแปรรูปของโลหะ แผนภาพสมดุลของโลหะ แผนภาพสมดุล เหล็ก
- คาร์บอน และโลหะกลุ่มเหล็ก |

ลักษณะรายวิชา

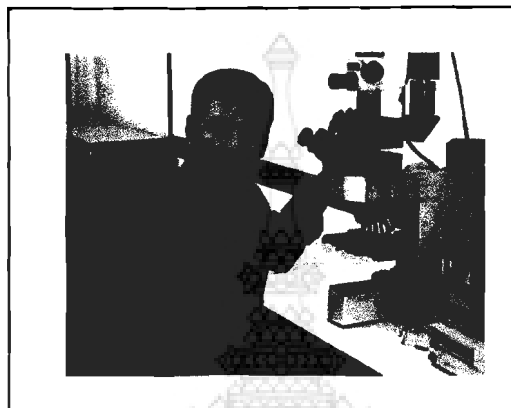
- | | | |
|-----------------------|--|---|
| 1. รหัสและชื่อวิชา | 04-403-101 | โลหะวิทยางานอุตสาหกรรม
INDUSTRIAL METALLURGY |
| 2. สภาพรายวิชา | วิชาชีพเลือก ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
สาขาวิชาช่างเครื่องจักรกลอัตโนมัติ | |
| 3. ระดับรายวิชา | ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 1 | |
| 4. พื้นฐาน | - | |
| 5. เวลาศึกษา | 90 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบต่อ
สัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ | |
| 6. จำนวนหน่วยกิต | 3 หน่วยกิต | |
| 7. จุดมุ่งหมายรายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าใจโครงสร้างและการเกิดผลึกของโลหะ 2. เข้าใจคุณสมบัติทางกลของโลหะ 3. เข้าใจแผนภาพสมดุลของโลหะ และเหล็ก-คาร์บอน 4. เข้าใจการเปลี่ยนรูปของโลหะ และการอบชุบโลหะด้วยความร้อน 5. มีทักษะในการอบชุบเหล็กกล้า 6. เห็นความสำคัญของโลหะวิทยางานอุตสาหกรรม | |
| 8. คำอธิบายรายวิชา | ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้าง การเกิดผลึกของโลหะ คุณสมบัติทางกลของโลหะ แผนภาพสมดุลของสาร เหล็ก-คาร์บอน การเปลี่ยนรูปของโลหะ และการอบชุบโลหะด้วยความร้อน | |

ลักษณะรายวิชา

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. รหัสและชื่อวิชา | 04-402-111 โลหะวิทยาอุตสาหกรรม
INDUSTRIAL METALLURGY |
| 2. สภาพรายวิชา | วิชาชีพเลือก ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
สาขาวิชาช่างเทคนิคอุตสาหกรรม |
| 3. ระดับรายวิชา | ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 2 |
| 4. พื้นฐาน | - |
| 5. เวลาศึกษา | 90 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบต่อสัปดาห์
และนักศึกษาต้องใช้เวลาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |
| 6. จำนวนหน่วยกิต | 3 หน่วยกิต |
| 7. จุดมุ่งหมายรายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าใจโครงสร้างและการเกิดผลึกของโลหะ 2. เข้าใจคุณสมบัติทางกลของโลหะ 3. เข้าใจแผนภาพสมดุลของโลหะ และเหล็ก-คาร์บอน 4. เข้าใจการเปลี่ยนรูปของโลหะ และการอบชุบโลหะด้วยความร้อน 5. มีทักษะในการอบชุบเหล็กกล้า 6. เห็นความสำคัญของโลหะวิทยาอุตสาหกรรม |
| 8. คำอธิบายรายวิชา | ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้าง การเกิดผลึกของโลหะ คุณสมบัติทางกลของโลหะ แผนภาพสมดุลของสาร เหล็ก-คาร์บอน การเปลี่ยนรูปของโลหะ และการอบชุบโลหะด้วยความร้อน |

บทดำเนินเรื่อง ตอนที่ 1

วิธีการเขียนแผนภาพสมดุลของเหล็ก-คาร์บอน

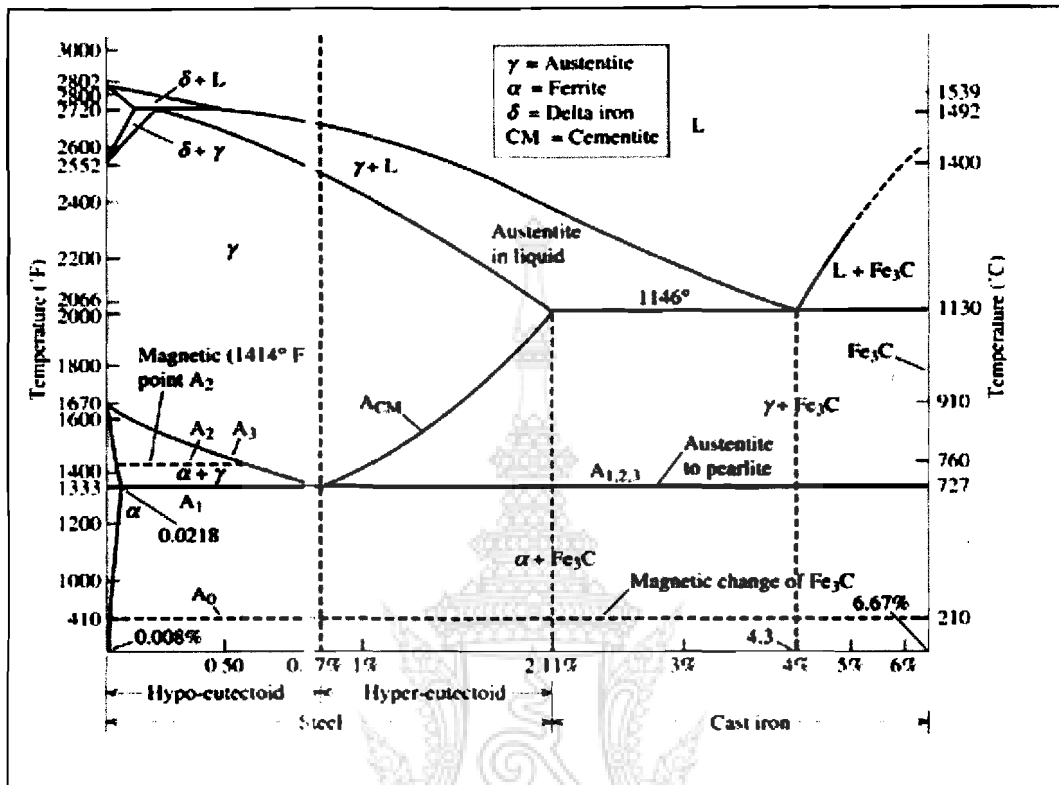


ภาพที่ 1 : รูปผู้วิจัยนั่งบรรยายบริบท

คำบรรยาย 1 บรรยายในหัวข้อ จุดประสงค์ของการจัดทำในวิชาโลหะวิทยา

ผู้วิจัยพูดบรรยายในหัวข้อ บทนำ " สวัสดิ์ศรีรับนักศึกษาและผู้สนใจทุกท่าน สำหรับสื่อการเรียนการสอนชุดนี้ เป็นสื่อการเรียนการสอนใช้ประกอบกับวิชาโลหะวิทยา หรือ Metallurgy ซึ่งเป็นสื่อการเรียนที่จัดทำต่อจากชุดก่อนหน้านี้ อันได้แก่ การเตรียมชิ้นงานทดสอบ การทำตัวเรือน การขัดผิวหน้างาน ทั้งขัดหยาบ ขัดละเอียดและขัดมัน รวมไปถึงการกัดกรดเพื่อดูโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์ สำหรับเนื้อหาวิชาในสื่อการเรียนการสอนชุดนี้ ประกอบไปด้วยสามหัวข้อ ได้แก่ การศึกษาวิธีการเขียนแผนภาพสมดุลของเหล็ก-คาร์บอน การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเหล็ก การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนการสอนชุดนี้คงเป็นประโยชน์ในการศึกษา และฝึกปฏิบัติ สำหรับผู้ที่สนใจ ติดตามได้ในสื่อการเรียนการสอนชุดนี้

วิธีการเขียนแผนภาพสมดุลของเหล็ก-คาร์บอน



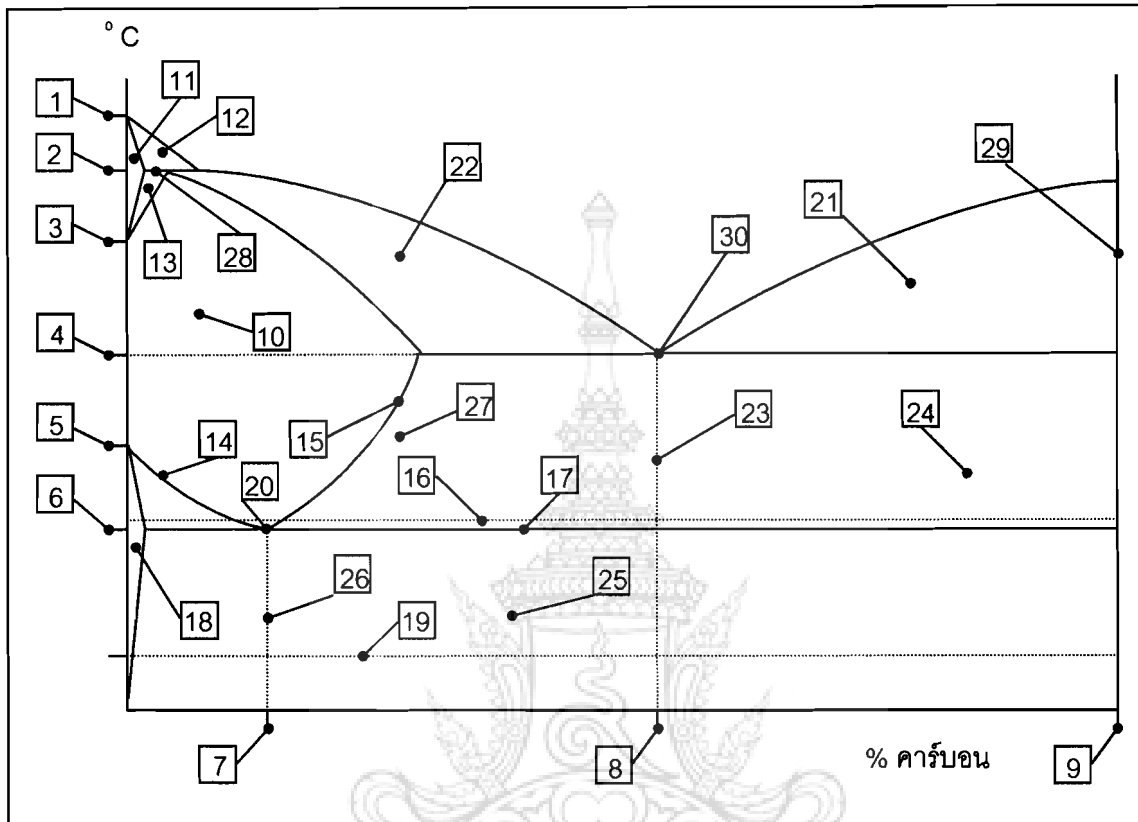
ภาพที่ 2 : แสดงแผนภาพสมดุลของเหล็ก - คาร์บอน

คำบรรยาย 2 บรรยายในหัวข้อ แผนภาพสมดุลของเหล็ก - คาร์บอน

ก่อนที่จะมาศึกษาถึง แผนภาพสมดุลของเหล็ก - คาร์บอน (Fe - C) ควรต้องศึกษา แผนภาพสมดุลโลหะชนิดอื่น ๆ มาก่อน เช่น แผนภาพสมดุลของ ทองแดง กับ นิกเกิล (Cu - Ni) หรือ ตะกั่ว กับ ดีบุก (Pb - Sn) เพื่อถ่ายทอดความเข้าใจของผู้เรียนในเบื้องต้น จากนั้นจึงศึกษาเกี่ยวกับเหล็ก - คาร์บอน โดยเริ่มจากแนวทางการเขียนเส้นการเย็นตัวของโลหะ (cooling curve)

การเย็นตัวของโลหะหลอมละลาย ในที่นี้หมายถึงเหล็ก จากการทดลอง โดยหลอมเหล็กให้ละลายที่อุณหภูมิสูงเกิน 1600 °C และปรับเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ของ คาร์บอน (Carbon) จากค่าที่น้อยที่สุด (0.008 % C) จนกระทั่งคาร์บอนอิ่มตัว (6.67% C) ไม่สามารถละลายในเหล็กได้ ในการหลอมละลาย เหล็กผสมกับการปรับเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอน ปล่อยให้เย็นตัวลงจากอุณหภูมิหลอมละลาย สู่อุณหภูมิต่ำ พร้อมกับจับบันทึกธรรมชาติการเย็นตัวของเหล็ก - คาร์บอนในทุก ๆ ส่วนผสม จนกระทั่งได้แผนภาพสมดุลของเหล็ก - คาร์บอน ตามที่ปรากฏ

ข้อมูลในแผนภาพสมดุลเหล็กและคาร์บอน



ภาพที่ 3 : แสดงตำแหน่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพสมดุลของเหล็ก - คาร์บอน

คำบรรยาย 3 บรรยายในหัวหัวข้อ แผนภาพสมดุลของเหล็ก - คาร์บอน (ต่อ)

เมื่อเริ่มเขียนแผนภาพสมดุล สิ่งที่ต้องศึกษานำมาประกอบกับการเขียน อันดับแรกได้แก่

1. เส้นต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น

เส้น A0	อยู่ที่อุณหภูมิ	210 °C
เส้น A1	อยู่ที่อุณหภูมิ	723 °C
เส้น A2	อยู่ที่อุณหภูมิ	768 °C
เส้น A3	อยู่ที่อุณหภูมิ	910 - 723 °C
เส้น A4	อยู่ที่อุณหภูมิ	1493 °C
เส้น Acm	อยู่ที่อุณหภูมิ	723 - 1130 °C

2. อุณหภูมิต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น

210 °C	723 °C	768 °C	910 °C
1130 °C	1400 °C	1493 °C	1539 °C

3. ส่วนผสมของคาร์บอน (% C)ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น

0.008% C	0.025% C	0.83% C	0.1 % C
0.18% C	0.5% C	2.0% C	4.3 % C
6.67% C			

4. ชื่อสารละลายของแข็ง (Solid Solution)ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น

α	(Alpha)
γ	(Gamma)
δ	(Delta)
Fe_3C	(Cementite)

5. ชื่อโครงสร้างหลักๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น

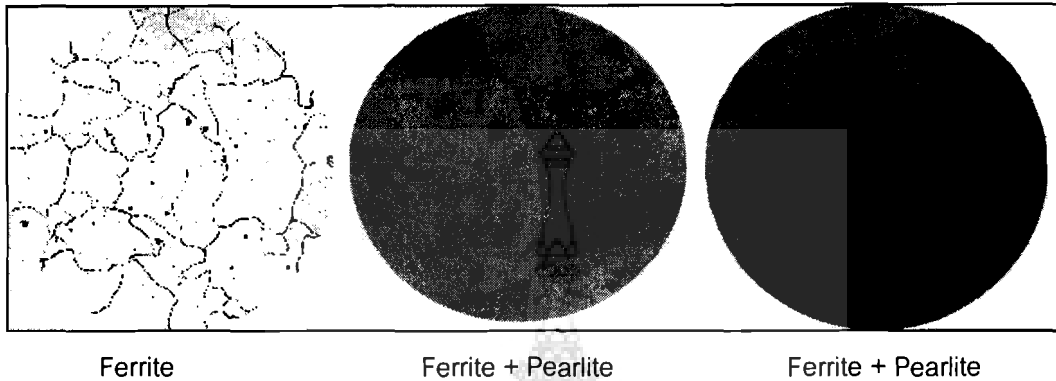
Alpha Iron	หรือ	Ferrite
Gamma Iron	หรือ	Austenite
Delta Iron	หรือ	Delta Ferrite
Fe_3C	หรือ	Cementite
Pearlite	หรือ	Ferrite + Cementite
Ledeburite	หรือ	Austenite + Cementite

6. ชื่อเรียกเหล็ก - คาร์บอน ที่ส่วนผสมต่างๆ เช่น

- Eutectoid Steel
- Hypo Eutectoid Steel
- Hyper Eutectoid Steel
- Eutectic Cast Iron
- Hypo Eutectic Cast Iron
- Hyper Eutectic Cast Iron

บทดำเนินเรื่อง ตอนที่ 2

การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเหล็ก - คาร์บอน



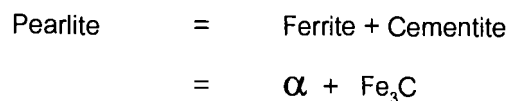
ภาพที่ 4 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก - คาร์บอน

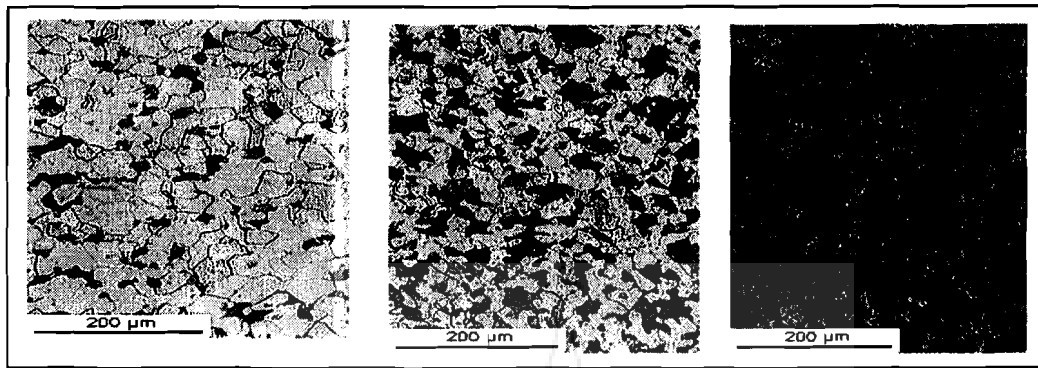
คำบรรยาย 4 บรรยายในหัวข้อ โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก - คาร์บอน

เมื่อเข้าใจหลักการเขียนแผนภาพสมดุล และการกำหนดชื่อในส่วนต่างๆของแผนภาพแล้ว ต้องมาทำความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานของโครงสร้างที่เกิดขึ้น ในแต่ละจุด แต่ละพื้นที่ของแผนภาพ

โครงสร้าง Ferrite เป็นโครงสร้างเหล็กที่มีความอ่อน เหนียว ช่วงการเกิดไม่เกิน 0.025% C ส่วนใหญ่ในภาพจะปรากฏเห็นเส้นขอบเกรน (grain boundary) บนพื้นสีขาว ส่วนจุดดำที่พบในแต่ละเกรน คือสารมลทิน (impurity) ที่ติดมากับเนื้อเหล็ก

โครงสร้าง Ferrite + Pearlite เป็นโครงสร้างเหล็กที่มีความแข็ง เหนียว มากกว่าโครงสร้าง Ferrite ล้วนๆ ช่วงการเกิดอยู่ระหว่าง 0.025 – 0.83% C ในภาพที่ปรากฏจะเห็นเกรน 2 สี ขาว - ดำ เกรนสีขาว หรือเกรนที่สีอ่อนกว่า เป็นโครงสร้างของ Ferrite ส่วนเกรนที่สีเข้มกว่าหรือสีดำ เป็นโครงสร้างของ Pearlite ปริมาณของ Pearlite จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ %C ที่ผสมในเหล็ก ดังนั้น เมื่อ %C เพิ่มขึ้น ปริมาณเกรนสีดำ (Pearlite) จะมากขึ้นตามไปด้วย ถ้าขยายขนาดของเกรนสีดำด้วยอัตราขยายที่สูงขึ้นจะพบว่า ในพื้นสีดำนั้นประกอบด้วย พื้นหลักที่เป็น Ferrite (สีขาว) ส่วนลายเส้นที่ปรากฏบนพื้นของ Ferrite เป็น Cementite (Fe_3C) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่แข็งมากเพราะอยู่ในสภาพของ Carbide ทำให้ Pearlite (สีดำ) มีความแข็งกว่า Ferrite (สีขาว)





Low carbon steel

Medium carbon steel

High carbon steel

ภาพที่ 5 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก - คาร์บอน (ต่อ)

คำบรรยาย 5 บรรยายในหัวข้อ โครงสร้างจุลภาคของเหล็กคาร์บอน

ในกลุ่มของเหล็กเหนียวหรือเหล็กกล้า (Steel) โดยทั่วไปในแผนภาพสมดุลจะแบ่งกลุ่มเหล็กออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เหล็กเหนียว (Steel) และเหล็กหล่อ (Cast Iron) โดยกำหนดแบ่งตาม %C ที่ 1.7 หรือ 2.0%C จำนวน %C ที่น้อยกว่า 2.0% จัดอยู่ในกลุ่มของ เหล็กเหนียว

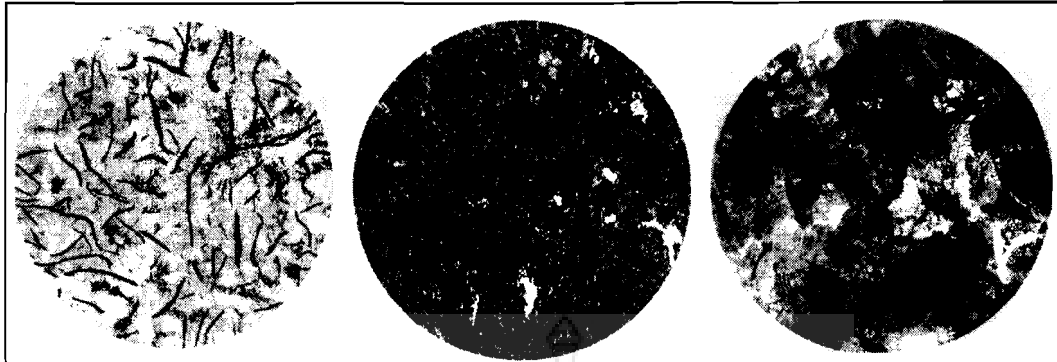
เหล็กเหนียว (Steel) โดยปกติจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

Low carbon steel เหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำ จะมีคาร์บอนละลายอยู่ไม่เกิน 0.25%C เหล็กกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเรียกว่า เหล็กเหนียว เนื่องจากมีจำนวนคาร์บอนน้อยไม่สามารถ ชุบแข็งเปลี่ยนโครงสร้างได้

Medium carbon steel เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง จะมีคาร์บอนละลายอยู่ระหว่าง 0.3 – 0.65%C เหล็กกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเรียกว่า เหล็กกล้า เนื่องจากมีจำนวนคาร์บอน เกิน 0.3% ซึ่งสามารถชุบแข็งเปลี่ยนโครงสร้างใหม่ให้แข็งขึ้นได้

High carbon steel เหล็กกล้าคาร์บอนสูง จะมีคาร์บอนละลายอยู่ระหว่าง 0.7 – 1.4%C เหล็กกลุ่มนี้จะมีคาร์บอนมาก สามารถชุบแข็งเปลี่ยนโครงสร้างใหม่ให้แข็งขึ้นได้ดีกว่า

โครงสร้างโดยรวมของเหล็กกลุ่มคาร์บอน (Carbon Steel) ที่ปรากฏในภาพของโครงสร้างจุลภาพประกอบไปด้วย Ferrite + Pearlite ซึ่งจำนวนของ Pearlite จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณส่วนผสมของคาร์บอนในเนื้อเหล็ก จำนวนคาร์บอนยิ่งมากขึ้นที่เกรนที่มีสีเข้มก็จะมากขึ้นไปด้วย



Grey Cast Iron

ภาพที่ 6 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ

คำบรรยาย 6 บรรยายในหัวข้อ โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อเทา

ในกลุ่มของเหล็กหล่อ (Cast Iron) พิจารณาจากแผนภาพสมดุลจะแบ่งกลุ่มเหล็กหล่อออกจากกลุ่มเหล็กเหนียวที่ 2.0%C ในช่วงหลังจาก 2.0%C ไปนั้น คาร์บอนไม่ละลายในเนื้อเหล็กได้ดีเหมือนในเหล็กเหนียว คาร์บอนจะแยกออกจากเนื้อเหล็ก ปรากฏในภาพโครงสร้างจุลภาคให้เห็นในรูปของ กราไฟท์ (Graphite) โดยมากจะอยู่ในรูปของกราไฟท์เกร็ด (Flake) ลักษณะเป็นเส้นสีดำ ยาวบ้าง สั้นบ้าง อยู่กระจายบนพื้นของโครงสร้าง Ferrite หรือ Pearlite

ดังนั้นเมื่อกราไฟท์ อยู่ปะปนแทรกกับเนื้อเหล็ก ทำให้เหล็กสูญเสียสมบัติความเหนียวไป (Ductile) ในกลุ่มของเหล็กหล่อจึงเป็นเหล็กที่แข็งและเปราะ เมื่อมีแรงกระทำในแนวของแรงกระแทก (Impact) ก็ทำให้เหล็กแตกหักได้ง่าย



Malleable

Nodular

ภาพที่ 7 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อเหนียว

คำบรรยาย 7 บรรยายในหัวข้อ โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อเหนียว

ดังนั้นเพื่อเป็นการปรับแก้สภาพการแตกหักง่ายของเหล็กหล่อ จึงพยายามทำให้ กราไฟท์ที่ปรากฏในสภาพ เกร็ด ปรับเปลี่ยนเป็นกราฟไฟท์ที่ลักษณะค่อนข้างกลม หรือรวมเป็นกลุ่มเกือบกลม (Nodule) เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงเหนียวให้กับชิ้นงาน

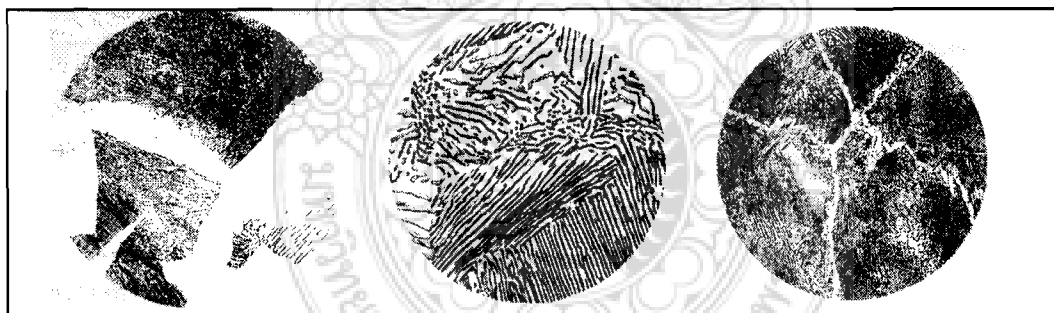
เหล็กในกลุ่มนี้ จึงถูกเรียกว่า เหล็กหล่อเหนียว แยกออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. เหล็กหล่อเหนียว Malleable
2. เหล็กหล่อเหนียว Nodular

ความแตกต่างของกราฟไฟท์ อยู่ที่ลักษณะรูปร่าง ชนิด Nodular มีลักษณะของกราฟไฟท์ที่ค่อนข้างกลมกว่า รวมไปถึงกรรมวิธีในการผลิต เช่น เหล็กหล่อเหนียว Malleable ได้จากเหล็กหล่อสีขาวนำมาอบ (Annealing) จนกระทั่งได้ได้รูปทรงกราฟไฟท์เกือบกลม ส่วนเหล็กหล่อเหนียว Nodular ได้จากการหลอมเหล็กหล่อสีเทา เมื่อเหล็กหลอมละลายแล้ว ก็จะเทน้ำโลหะลงเข้ารับน้ำโลหะ ที่ภายในกันน้ำมีแมกนีเซียม (Mg)วางอยู่ก่อนแล้ว โดยมีเหล็กเหนียววางทับไว้อีกชั้นหนึ่ง หลังจากเทน้ำโลหะในโพรงแบบ จะได้ กราไฟท์ก้อนกลม

บทดำเนินเรื่อง ตอนที่ 3

การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค



Ferrite + Pearlite

Pearlite

Pearlite + Cementite

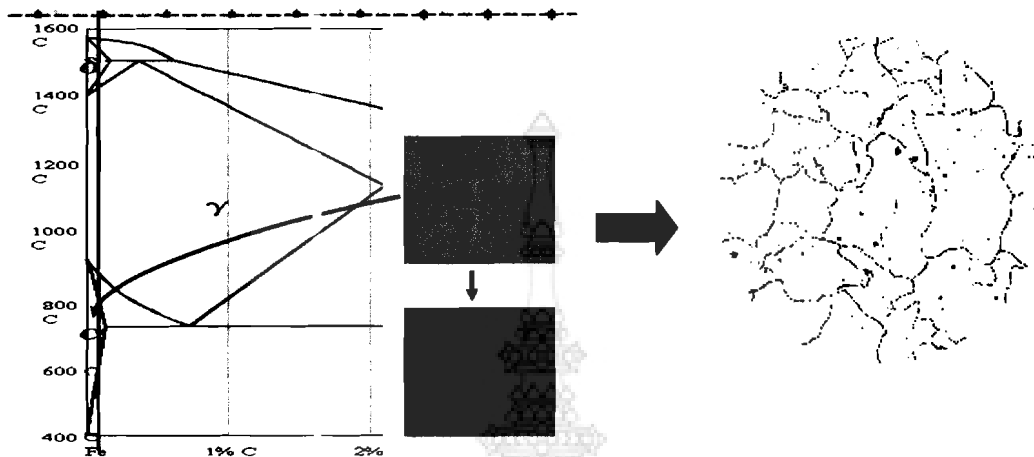
ภาพที่ 8 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก - คาร์บอน

คำบรรยาย 8 บรรยายในหัวข้อ การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค

สำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก - คาร์บอน โครงสร้างที่เปลี่ยนไปในแต่ละช่วงขึ้นอยู่กับ เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอน และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ดังเช่น

โครงสร้างของเหล็ก Hypo Eutectoid

Ferrite

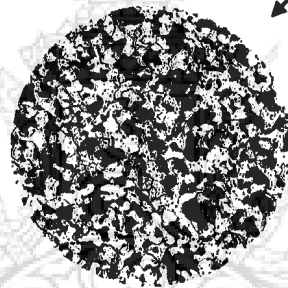
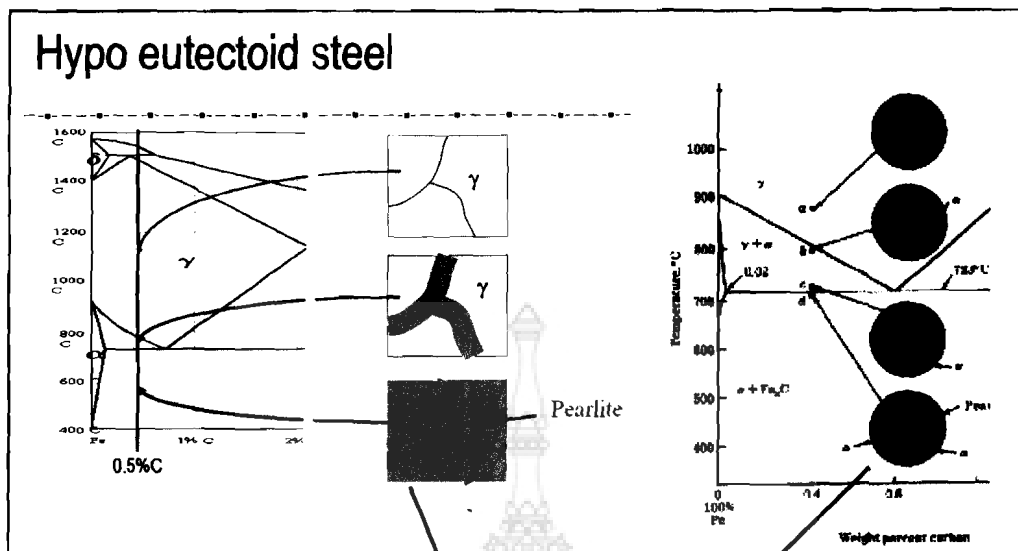


ภาพที่ 9 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก Hypo Eutectoid

คำบรรยาย 9 บรรยายในหัวข้อ การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค Ferrite

โครงสร้างจุลภาคที่เกิดขึ้นภายใต้แผนภาพสมดุล ที่ค่าประมาณ 0.02%C หรือน้อยกว่า 0.025%C จากภาพเมื่อโลหะหลอมละลายเกินอุณหภูมิ 1550 °C แล้วปล่อยให้โลหะเย็นตัวลง จนอุณหภูมิต่ำกว่า 910 °C ลงมา หรือประมาณ 750 °C โครงสร้างที่เกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมินี้ คือ โครงสร้างของ α (Ferrite) จะเป็นเหล็กที่อ่อน เหนียว และขึ้นรูปได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้ความร้อนช่วย อาจมีสารมลทินเป็นจุดๆ ในเนื้อโลหะปนบ้าง

และเมื่อเย็นตัวผ่านเข้ามาในเขต 2 Phase ที่อุณหภูมิต่ำ โครงสร้างจะประกอบไปด้วย Ferrite กับ Cementite เล็กน้อย

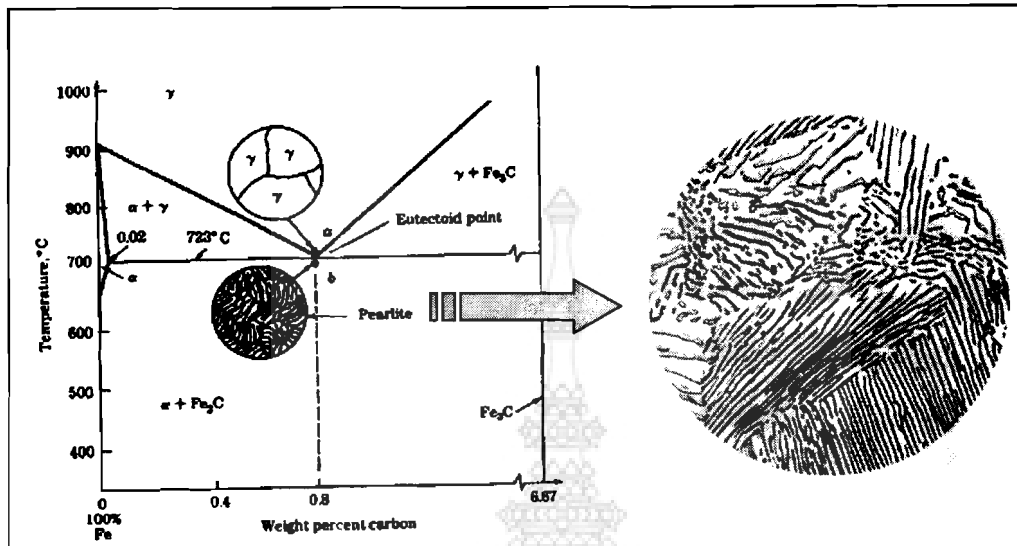


ภาพที่ 10 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก Hypo Eutectoid

คำบรรยาย 10 บรรยายในหัวข้อ การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค Ferrite + Pearlite

สำหรับโครงสร้างจุลภาคที่เกิดขึ้นภายใต้แผนภาพสมดุล ที่ค่าประมาณ 0.4 หรือ 0.5% C หรือน้อยกว่า 0.83% C ลงมา จากภาพเมื่อโลหะหลอมละลายเกินอุณหภูมิ 1550 °C แล้วปล่อยให้โลหะเย็นตัวลง จนอุณหภูมิต่ำกว่า 1400 °C ลงมา โครงสร้างโลหะจะเปลี่ยนเป็นสารละลายของแข็งที่เรียกว่า γ (Austenite) หรือ Gamma Iron และเมื่อเย็นตัวต่อมา ต่ำกว่า 910 °C หรือสูงกว่าเส้น A1 ประมาณ 750 °C ในเขต 2 Phase โครงสร้างที่เกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมินี้ คือ โครงสร้างของ α (Ferrite) กับ γ (Austenite) จากเดิม และเมื่อเย็นตัวต่อไปอีกจนกระทั่งเข้าเขตอุณหภูมิต้อง โครงสร้างจะเปลี่ยนอีกครั้งหลังจากที่อุณหภูมิต่ำกว่า 723 °C หรือเส้น A1 ช่วงนี้โลหะจะมีโครงสร้างเป็น α (Ferrite) กับ Pearlite ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$) โครงสร้างจุลภาคของเหล็กที่เห็นจะเป็น สีขาว (Ferrite) และดำ มีลาย (Pearlite) ปริมาณ Pearlite จะมากขึ้นตามอัตราการเพิ่มของคาร์บอน (%C)

โครงสร้างของเหล็ก Eutectoid



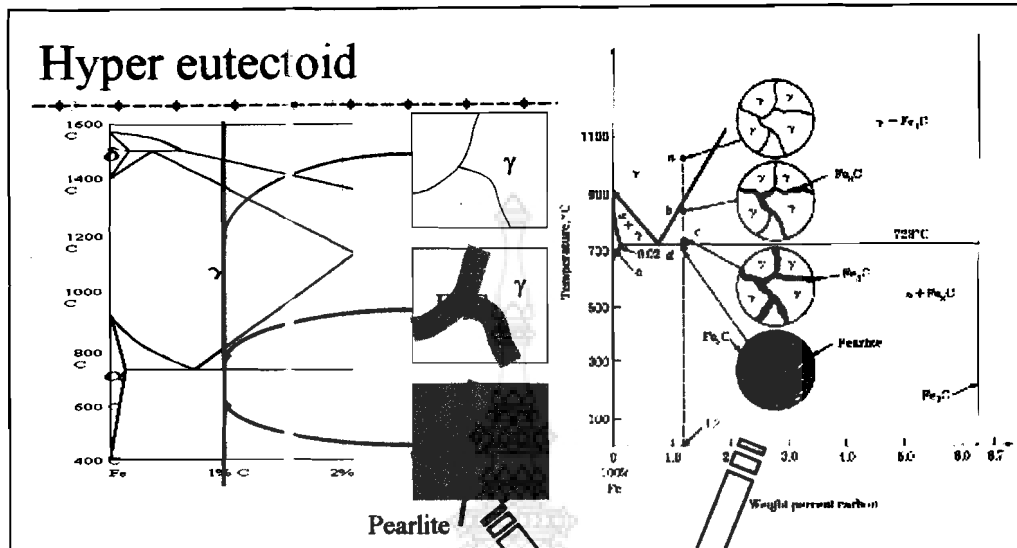
ภาพที่ 11 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก Eutectoid

คำบรรยาย 11 บรรยายในหัวข้อ การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค Pearlite

สำหรับโครงสร้างจุลภาคที่เกิดขึ้นภายใต้แผนภาพสมดุล ที่ค่าของเปอร์เซ็นต์คาร์บอนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึง 0.83%Cพอดี การเปลี่ยนโครงสร้างจากของแข็ง 1 Phase ไปเป็นของแข็ง 2 Phase หรือ $\gamma \rightarrow \alpha + \text{Fe}_3\text{C}$ ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เรียกว่า ปฏิกิริยา ยูเทคตอย (Eutectoid Reaction) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิต่ำที่สุด

ดังนั้นโครงสร้างที่ได้ หลังจากโลหะเย็นตัวผ่านจุด Eutectoid ลงมาโครงสร้างที่ได้จะเป็นโครงสร้างชนิด Pearlite ที่สมบูรณ์ หมายความว่าไม่มีโครงสร้างชนิดอื่นมาปะปน โครงสร้าง Pearlite 100% จะเกิดขึ้นที่ส่วนผสม 0.83%C เท่านั้น

โครงสร้างของเหล็ก Hyper Eutectoid



ภาพที่ 12 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก Hyper Eutectoid

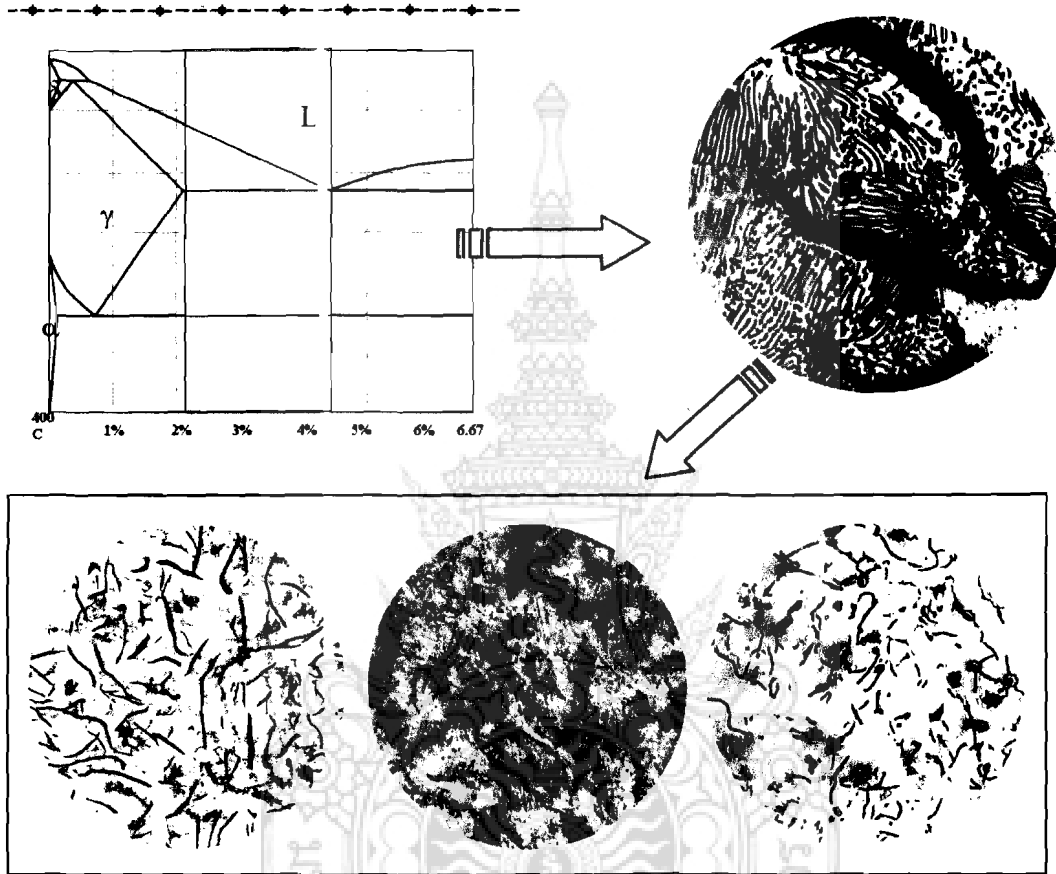
คำบรรยาย 12 บรรยายในหัวข้อ การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค Pearlite + Cementite

สำหรับโครงสร้างจุลภาคที่เกิดขึ้นภายใต้แผนภาพสมดุล ที่ค่าของเปอร์เซ็นต์คาร์บอนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เกิน 0.83% C ขึ้นไป โครงสร้างที่ได้ก็จะเปลี่ยนแปลงต่อไป โดยเมื่อโลหะเย็นตัวผ่านเข้ามาในเขตของ Austenite ซึ่งเป็นของแข็ง Phase เดียว จนกระทั่งผ่านเส้น A_{cm} เกิดการเปลี่ยนโครงสร้างจากของแข็ง 1 Phase ไปเป็นของแข็ง 2 Phase จาก $\gamma \rightarrow \gamma + Fe_3C$ และเย็นตัวต่อไปผ่านเส้นอุณหภูมิวิกฤติ (A_1) โครงสร้างของเหล็กจะเปลี่ยนแปลงอีกครั้งเป็น Pearlite กับ Cementite จนถึงอุณหภูมิห้อง

ถ้ามองจากภาพโครงสร้างจุลภาค พื้นทั้งหมดจะมีโครงสร้างเป็น Pearlite (ลายเทา) ส่วนเส้นสีขาวที่ปรากฏเป็น เครือข่ายรอบ ๆ เกรนนั้นคือ Fe_3C (Cementite) จำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมของคาร์บอน

โครงสร้างของเหล็กหล่อ Cast Iron

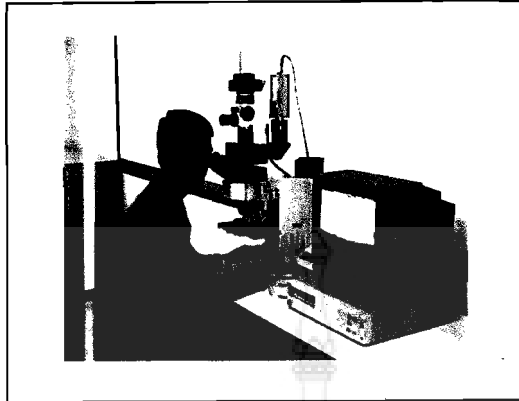
Cast Iron



ภาพที่ 13 : แสดง โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ

คำบรรยาย 13 บรรยายในหัวข้อ กราไฟท์ในเหล็กหล่อ

สำหรับโครงสร้างจุลภาคที่เกิดขึ้นภายใต้แผนภาพสมดุล ในส่วนของเปอร์เซ็นต์คาร์บอนที่มากกว่า 2.0%C ขึ้นไป นั้นหมายความว่า เหล็กที่เปอร์เซ็นต์คาร์บอนเกิน 2.0%C มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยกราไฟท์เกร็ด (Flake) เนื่องจากการละลายของคาร์บอน ไม่สามารถละลายได้อีกต่อไป จึงแสดงออกมาในรูปของ กราไฟท์ (Graphite) สำหรับการขัดเตรียมชิ้นงานประเภทเหล็กหล่อ หลังจากขัดผิวนำชิ้นงานได้แล้ว นำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยไม่ต้องนำไปกัดด้วยกรด ก็สามารถมองเห็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยกราไฟท์ได้อย่างชัดเจน และถ้านำไปกัดกรด จะพบว่า ภาพโครงสร้างจุลภาค พื้นทั้งหมดจะมีโครงสร้างเป็น Pearlite (ลายเทา) ส่วนเส้นสีดำที่ปรากฏ นั่นคือ กราไฟท์(Graphite) จำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมของคาร์บอน



ภาพที่ 14 : แสดงการอธิบายบทสรุป

คำบรรยาย 14 บรรยายในหัวข้อบทสรุป

ในวิชาโลหวิทยา โดยเฉพาะสื่อการเรียน การสอนชุดนี้ เป็นการนำแผนภาพสมดุลของเหล็กกับคาร์บอน (Phase Diagram) มาอธิบายประกอบกับภาพโครงสร้างต่าง ๆ ซึ่งไม่มากนัก ในการศึกษาเรื่องของโครงสร้างจุลภาคให้ได้ความรู้ความเข้าใจที่ดี ต้องมีตัวอย่างประกอบให้มาก และต้องมีการฝึกปฏิบัติ ทั้งการฝึกเขียนแผนภาพสมดุล การกำหนดรายชื่อภายในภาพ และชื่อโครงสร้างต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายใต้แผนภาพ Phase Diagram ของเหล็ก- คาร์บอน ประโยชน์จากการศึกษา เรื่องของ โครงสร้างจุลภาคทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหา และความเป็นมาของแผนภาพได้ดี แต่ถึงอย่างไรก็ตามโครงสร้างจากเหล็กต่างๆที่มีอยู่ในท้องตลาด ก็เชื่อว่าเกิดขึ้นตามแผนภาพที่ศึกษา เพราะในความเป็นจริงแล้วเหล็กที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ ไม่ใช่มีแต่ เหล็ก กับ คาร์บอน เพียงอย่างเดียว แต่กลับมีธาตุโลหะเจืออื่นๆ ที่จะเพิ่มสมบัติของเหล็กให้ดีขึ้นป็นอยู่อีกมากมาย

ดังนั้นถ้าจะให้ได้รับความรู้ความเข้าใจที่ดี ควรที่จะศึกษาทั้งภาคทฤษฎี และปฏิบัติควบคู่กันไป สื่อชุดนี้จึงเป็นเพียงแนวทางในการศึกษา และฝึกวิเคราะห์ดูโครงสร้างต่างๆ ของเหล็ก โดยเฉพาะโครงสร้างที่ประกอบด้วย Ferrite และ Pearlite ที่เห็นชัดเจนได้ดีที่สุดในสื่อการเรียน การสอนชุดต่อไปจะเน้นเรื่องการวิเคราะห์โครงสร้างของโลหะเฉพาะบางตัว เช่นโลหะที่นำมาอบชุบเพิ่มความแข็ง กระบวนการในการอบชุบและสารชุบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับการเปรียบเทียบโครงสร้างจุลภาคของ เหล็กก่อนชุบ และหลังชุบแข็งแล้ว เป็นลำดับต่อไป