

ชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

INSTRUCTIONAL PACKAGE ON THE TOPIC OF COPPER PLATING

กิตติพงษ์ รัตนวงษ์วัฒน์

KITTIPONG RUTTANAVONGVIVUT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-659-4

ชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

INSTRUCTIONAL PACKAGE ON THE TOPIC OF COPPER PLATING

กิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์

KITTIPONG RUTTANAVONGVIVUT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....43243
วัน, เดือน, ปี.....26 ก.ค. 2545

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2545

ISBN 974-648-659-4

INSTRUCTIONAL PACKAGE ON THE TOPIC OF COPPER PLATING

KITTIPONG RUTTANAVONGVIVUT

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

2002

ISBN 974-648-659-4

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชุดการสอนเรื่อง การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง
นักศึกษา	นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์
รหัสประจำตัว	40064423
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.โอวาท พูลศิริ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
	ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 และเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน โดยทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน 3 ขั้นตอน ขั้นแรกทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งกับผู้เรียนจำนวน 3 คน ได้ค่าประสิทธิภาพ 87.77/85.57 ขั้นที่ 2 ทดลองกลุ่มย่อยกับผู้เรียนจำนวน 9 คน ได้ค่าประสิทธิภาพ 92.97/90.37 ครั้งสุดท้ายทดลองเชิงปฏิบัติการกับผู้เรียนจำนวน 30 คน ได้ค่าประสิทธิภาพ 90.10/89.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.37-0.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36-0.63 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80

ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

Thesis Title	Instructional Package on the Topic of Copper Plating	
Student	Mr.Kittipong Ruttanavongvivut	
Student ID.	40064423	
Degree	Master of Industrial Education	
Programme	Educational Technology in Vocational and technical Education	
Year	2002	
Thesis Advisor	Assistant Professor.Owat	Poolsiri
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor.Dr.Lertlak	Klinhom
	Assistant Professor.Attaporn	Ridthikerd

ABSTRACT

The purposes of this study were to construct the Instructional Package on the Topic of Copper Plating of 1995 vocational certificate curriculum and find out the Efficiency of the Instructional Package in accordant with the defined 80/80.

The population samples of this study were the first year vocational certificate students of Machine shop program at Nongkhai Technical College. The population samples group consists of 30 students in the second semester of 2000 academic year. The experiment of Instructional Package for criteria's efficiency was done through three groups of samples. First was one by one testing of 3 samples has efficiency on criteria 87.77/85.57. The second was small group testing for 9 samples has efficiency on criteria 92.97/90.37 and the last was the field of one the ten testing for 30 sample has efficiency on criteria 90.10/89.33 which was higher then designed criteria.

The achievement test were multiple choice for 30 items on difficulty of 0.37-0.75, discrimination of 0.36-0.63 and reliability of 0.80.

Specialist opinions toward the Instructional Package revealed 4.52 of arithmetic mean and 0.46 standard deviation.

Learning achievement at the posttest was higher then pretest at 0.05 significant differences.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.โอวาท พูลศิริ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอมและ ผศ.อรรถพร อุทธิเกิด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ และผู้ทรงคุณวุฒิที่ช่วยตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ให้ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อทองดี รัตนวงษ์วิวัฒน์และคุณแม่บุญเต็ม รัตนวงษ์วิวัฒน์ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง นางประนอม รัตนวงษ์วิวัฒน์ เด็กชายกฤตยชญ์ – เด็กหญิงปวิชญา รัตนวงษ์วิวัฒน์ ภรรยาและบุตรทั้งสองที่กำเนิดมาช่วงที่พ่อกำลังทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นกำลังใจและสนับสนุนช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(ศูนย์อุดรธานี) ทุกคนที่ร่วมเป็นแรงกายและแรงใจฟันฝ่าปัญหาอุปสรรคมาด้วยกัน ขอขอบคุณบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใดๆที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นกำลังใจให้กับลูกเอิร์ธและลูกไอซ์ในการเติบโตเป็นคนดีของสังคมในอนาคตต่อไป

กิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานในการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538.....	5
2.2 หลักสูตรวิชาวัสดุช่าง รหัสวิชา 21000006.....	6
2.3 ชุดการสอน.....	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	19
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	19
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	19
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	26
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	27
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการสอน.....	31
4.2 ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน.....	32
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	33
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	33
5.2 สมมุติฐานในการวิจัย.....	33
5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	34
5.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	34
5.5 สรุปผลการวิจัย.....	34
5.6 การอภิปรายผล.....	35
5.7 ข้อเสนอแนะ.....	36
บรรณานุกรม.....	37
ภาคผนวก.....	39
ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ.....	40
ภาคผนวก ข. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	48
ภาคผนวก ค. แบบประเมินคุณภาพชุดการสอน.....	50
ภาคผนวก ง. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	53
ภาคผนวก จ. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
ภาคผนวก ฉ. หลักการชูปทอแดง.....	81
ภาคผนวก ช. คู่มือนักศึกษา.....	99
ประวัติผู้เขียน.....	132

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงการแบ่งหน่วยการเรียนรายวิชาวัสดุช่าง.....	7
3.1 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับคุณภาพสื่อด้านเนื้อหา.....	22
3.2 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับคุณภาพสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	23
3.3 แสดงจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงจำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	24
3.3 แสดงจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	26
4.1 แสดงผลการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอน.....	31
4.2 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน.....	32
ค.1 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา).....	51
ค.2 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ).....	52
จ.1 แสดงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง.....	69
จ.2 แสดงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย.....	70
จ.3 แสดงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ.....	71
จ.4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (P), ค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	73
จ.5 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน,แบบฝึกหัดและการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเก่งที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง.....	74
จ.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน,แบบฝึกหัดและการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มปานกลางที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง.....	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน,แบบฝึกหัดและการทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มอ่อนที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง.....	76
จ.8 แสดงคะแนนเฉลี่ยและค่าร้อยละของการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียน.....	77
จ.9 แสดงการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์การสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	78
ฉ.1 แสดงทางเดินของกระแสไฟฟ้าจาก Rectifier ไปยังถังชุบ.....	89
ฉ.2 แสดงปัญหาและการแก้ปัญหาในการชุบทองแดงค้าง.....	95
ฉ.3 แสดงอัตราการเคลือบในการชุบทองแดงที่ประสิทธิภาพขั้วลบ 95%.....	98

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ฉ.1 หลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า.....	82
ฉ.2 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ 10 แอมแปร์.....	88
ฉ.3 ถังชุบโลหะ.....	89
ฉ.4 หลักการชุบทองแดง.....	93
ช.1 หลักการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า.....	102

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากการเรียนการสอนในรายวิชาวัสดุช่าง รหัสวิชา 21000006 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2538 ซึ่งเป็นรายวิชาชีพพื้นฐานของนักศึกษาที่เรียนในสาขาช่างอุตสาหกรรมทุกสาขา มีเนื้อหารายวิชาเกี่ยวกับการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง ที่ต้องการให้นักศึกษาที่ผ่านการเรียนในหัวข้อนี้ได้มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง ซึ่งเป็นกรรมวิธีการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าที่อาศัยปฏิกิริยาทางไฟฟ้าและเคมีในการทำให้โลหะชนิดหนึ่งไปปกคลุมหรือห่อหุ้มปกปิดผิวของโลหะอีกชนิดหนึ่งโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการกัดกร่อนอันเกิดจากสนิม เพื่อความสวยงามน่าใช้และให้คุณค่ากับชิ้นงานมากขึ้น แต่เนื่องจากในปัจจุบันนี้การเรียนการสอนในหัวข้อดังกล่าวยังขาดเครื่องมืออุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนเพื่อให้เกิดความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานได้

ในปัจจุบันนี้การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อวงการอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า เป็นที่นิยมกันอย่างมาก แต่ในการที่จะปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวชิ้นงานให้ได้ผลดีนั้นจำเป็นต้องปฏิบัติให้ถูกวิธีตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งรวมถึงการเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ ชิ้นงาน การผสมน้ำยาชุบ การควบคุมน้ำยาชุบ และขั้นตอนในการชุบต่างก็มีความสำคัญ โดยมีผลต่อคุณภาพของชิ้นงานและความปลอดภัยในการปฏิบัติงานชุบได้

อนันต์ ทองมอย (2538 : 135) ได้กล่าวถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานชุบไว้ดังนี้

1. ผลจากสารชุบที่เกิดจากการสะสมของฝุ่นละอองของสารชุบ โดยมากจะเริ่มที่รอยถลอกของผิวหนัง จะพบมากที่โคนเล็บมือ ตามข้อที่นิ้วมือ ที่หลังเท้า มีลักษณะเป็นแผลวงกลมขอบค่อนข้างเรียบ บวมเล็กน้อย ปกติมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร จะมีอาการคันมากในตอนกลางคืน แผลนี้เกิดการติดเชื้อและลุกลามไปจนถึงข้อต่อใกล้เคียง ซึ่งทำให้อาจต้องตัดนิ้วทิ้งได้

2. มะเร็งปอด เกิดจากการสูดเอาสารชุบเข้าสู่ร่างกายอยู่เป็นประจำ ซึ่งสามารถเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

3. ผื่นงันในรูจมูกทะเล ผู้ที่ทำงานอยู่กับสารชุบเป็นประจำจะทำให้ผื่นงันในรูจมูกทะเล ซึ่งจะไม่รู้สึกเจ็บปวดแต่อย่างใด แต่จะมีเสียงอู้อี้ หรือคั่งจมูกแบนลง

4. ผิวหนังอักเสบ พบได้หลายที่ เช่น มือ แขน ใบหน้า หน้าอก

ชุดการสอนมาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package จัดเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาชนิดหนึ่งของไทยที่ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาและผู้สอนทั่วไปเป็นอย่างมาก ตามลักษณะและความหมายของชุดสอนนั้นจัดว่าเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi-Media) ซึ่งหมายถึงการใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นที่จัดเอาไว้ตามหน่วยการเรียนรู้ ตามหัวข้อ เนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่อง หรือกระเป๋า แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น ในการสร้างชุดสอนนี้จะใช้วิธีระบบเป็นหลักสำคัญ จึงทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าชุดการสอนจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจและพร้อมที่จะสอนอีกด้วย (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2538 : 118)

ถัดมา ศุขปริดี (2538 : 31) ได้กล่าวถึงประโยชน์และคุณค่าของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ชุดการสอนช่วยลดภาระของผู้สอน เมื่อมีชุดการสอนสำเร็จแล้ว ครูผู้สอนจะดำเนินการสอนตามคำแนะนำที่มีไว้ให้พร้อม ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการทำสื่อการสอนใหม่ ทำให้ครูมีเวลาเตรียมการสอน ทดลองและศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ในเนื้อหาตามที่ชุดการสอนกำหนดทำให้ครูมีประสบการณ์กว้างขึ้น ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการสอนของครู

2. ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน ครูผู้สอนแต่ละคนย่อมมีความรู้ ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ที่ต่างกัน ในเรื่องเดียวกัน เด็กอาจได้รับความรู้และได้รายละเอียดต่าง ๆ เป็นคนละแนว ไม่เท่ากัน ชุดการสอนสามารถแก้ปัญหานี้ได้ เพราะมีจุดมุ่งหมายชัดเจนที่เป็นพฤติกรรมมีข้อแนะนำในการใช้สื่อและข้อสอบประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างพร้อมมูล

3. ชุดการสอนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการสอนอย่างเชื่อถือได้ เพราะชุดการสอนผลิตขึ้นด้วยวิธีเข้าสู่ระบบ (System Approach) โดยกล่าวผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน เช่น ผู้เชี่ยวชาญวิชาเฉพาะนั้น ๆ นักเทคโนโลยีการศึกษา นักจิตวิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล ครู ผู้เรียน ผู้ปกครอง ร่วมกันในการผลิตชุดการสอน โดยมีการทดลองใช้และปรับปรุงจนกระทั่งแน่ใจว่าได้ผลดีหลายครั้งในสถานการณ์ที่กำหนดไว้จึงนำออกมาใช้ทั่วไป

จากความสำคัญของงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าและชุดการสอน ควรจะได้รับการพัฒนาให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนในสาขาช่างอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก เพราะเป็นงานที่นักศึกษาสามารถที่จะนำเอาความรู้และทักษะที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อดังกล่าวออกไปประกอบอาชีพอิสระได้ โดยใช้เงินลงทุนที่ไม่มากนัก อีกทั้งยังสามารถเข้าสู่ตลาดแรงงานในอุตสาหกรรมงานชุบได้อีกด้วย

จากปัญหาและเหตุผลดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการพัฒนาและนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ตระหนักในความสำคัญและคุณค่าของชุดการสอนที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาคุณภาพทางการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้สร้างชุดการสอนเรื่องงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการสอนและหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 วิชาวัสดุช่างเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการสอน ของนักเรียนหลังเรียนกับก่อนเรียน

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง สร้างขึ้นตามเนื้อหารายวิชาวัสดุช่าง รหัสวิชา 21000006 หน่วยการเรียนรู้เรื่องการกัดกร่อนและการป้องกัน ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2538
2. ประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคหนองคายที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวัสดุช่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543
3. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงานวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวัสดุช่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การวิจัยครั้งนี้ถือว่า อายุ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม อารมณ์ และช่วงเวลาเรียนของกลุ่มตัวอย่างไม่มีอิทธิพลต่อผลการวิจัย
2. ชุดการสอนสร้างขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2538
3. เนื้อหาที่นำมาสร้างชุดการสอนคือเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง
4. แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาใช้ในการประเมินสื่อสไลด์ประกอบเสียงและแบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อใช้ประเมินสื่อวิดิทัศน์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัย

1. นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนแผนกช่างกลโรงงานระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543
2. ชุดการสอน หมายถึง ชุดการสอนรายวิชาวัสดุช่างเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง
3. แบบทดสอบ หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งใช้ทดสอบหลังเรียน
4. แบบฝึกหัด หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังจากเรียนจบในแต่ละตอน
5. ประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง ผลจากการใช้ชุดการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80
 - 5.1 80 ตัวแรก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บทเรียนหน่วยย่อย ซึ่งคำนวณมาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบฝึกหัดหลังจากเรียนแต่ละตอน โดยคิดเป็นร้อยละ
 - 5.2 80 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณมาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอนเรื่องการชุกเคลือบผิว โลหะด้วยทองแดง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538
- 2.2 หลักสูตรรายวิชาวิศวกรรม วิชา 21000006
- 2.3 ชุดการสอน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538

2.1.1 หลักการ

2.1.1.1 เป็นหลักสูตรช่างฝีมือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนากำลังคนให้มีความชำนาญเฉพาะด้าน มีคุณธรรม บุคลิกภาพ และเจตคติที่เหมาะสมออกไปประกอบอาชีพได้ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคมทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

2.1.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวางเพื่อเน้นความชำนาญเฉพาะด้านและเลือกวิธีการตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน สามารถถ่ายโอนผลการเรียน และสะสมการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยากร สถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระได้

2.1.1.3 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งทางภาครัฐและเอกชน

2.1.1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชน และท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้ตรงความต้องการ สอดคล้องกับสภาพชุมชนและท้องถิ่นนั้น

2.1.2 จุดหมาย

2.1.2.1 เพื่อให้ความรู้ ทักษะและประสบการณ์นำไปปฏิบัติในอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเลือกวิธีการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน เพื่อสร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน และประเทศชาติ

2.1.2.2 เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีทักษะในการจัดการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

2.1.2.3 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดีโดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของคน และผู้อื่น

2.1.2.4 เพื่อให้เป็นพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงามทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่น และประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคมเข้าใจและ เห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้าง สิ่งแวดล้อมที่ดี

2.1.2.4 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพ อนามัยสมบูรณ์ เหมาะสมกับงานอาชีพนั้น ๆ

2.1.2.6 เพื่อให้มีความตระหนักรู้ มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคมการเมืองของประเทศ และของโลกปัจจุบันมีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบ ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.1.3 โครงสร้าง

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 แบ่งเป็น 3 หมวด วิชาและกิจกรรมดังนี้

2.1.3.1 หมวดวิชาพื้นฐาน

2.1.3.2 หมวดวิชาชีพ

1) วิชาชีพพื้นฐาน

2) วิชาชีพเฉพาะ

3) วิชาชีพเลือก

4) การฝึกงานหรือการทำโครงการ หรือทำโครงการวิชาชีพ

2.1.2.3 หมวดวิชาเลือกเสรี

2.1.3.4 กิจกรรม

จำนวนหน่วยกิตและรายวิชาของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตรให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชา และสาขาวิชา (กรมอาชีวศึกษา. 2540)

2.2 หลักสูตรรายวิชาวัสดุช่าง รหัสวิชา 21000006

วิชาวัสดุช่างเป็นวิชาที่จัดอยู่ในหมวดวิชาชีพพื้นฐานตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สำหรับนักศึกษาประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ทุกสาขาวิชา

2.2.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาคุณลักษณะ ชนิด มาตรฐาน กรรมวิธีการผลิต การใช้งาน การกักกรองและการป้องกัน วัสดุต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรม อิทธิพลของธาตุที่มีต่อโลหะผสม วัสดุเชื่อมเหล็กและสารหล่อลื่น วัสดุไฟฟ้า วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ และวัสดุสังเคราะห์ การตรวจสอบวัสดุเบื้องต้น

2.2.2 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจคุณลักษณะและการนำวัสดุไปใช้ในงานอุตสาหกรรม (กรมอาชีวศึกษา. 2540 : 56)

จากคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์รายวิชาสามารถแบ่งหน่วยการเรียนรู้และจำนวนคาบการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กับการเรียนใน 1 ภาคเรียนได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวัสดุช่าง

หน่วยที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
1	แร่	2
2	การผลิตเหล็ก	3
3	มาตรฐานเหล็ก	2
4	คุณสมบัติของวัสดุ	2
5	โลหะผสม	3
6	เชื่อมเหล็ก	2
7	วัสดุหล่อลื่น	2
8	วัสดุก่อสร้าง	3
9	วัสดุไฟฟ้า	3
10	การกักกรองและการป้องกัน	6
11	การทดสอบวัสดุ	4
	ทดสอบ	4
	รวม	36

จากการแบ่งหน่วยการเรียนรู้และคาบการเรียนรู้ของเนื้อหาวิชาจะเห็นได้ว่าในหน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่องการกักกรองและการป้องกัน ได้ให้น้ำหนักของคาบการเรียนรู้จำนวน 6 คาบ ซึ่งผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของเนื้อหาในหน่วยดังกล่าวจึงได้สร้างชุดการสอนเชิงปฏิบัติการ เรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงขึ้นเพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนตามเนื้อหาของบทเรียนเรื่องดังกล่าว

2.3 ชุดการสอน

2.3.1 ความหมายของชุดการสอน

ชุดการสอนหรือชุดการเรียน มาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package เดิมทีเดียวเข้าใจว่าใช้คำว่า ชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวความคิดในการยึดเด็กเป็นศูนย์กลางในการเรียนได้เข้ามามากขึ้น การเรียนรู้ที่ศึควรจะให้ผู้เรียนได้เรียนเอง จึงมีผู้นิยมเรียก ชุดการสอน เป็น ชุดการเรียนกันมากขึ้น บางคนอาจจะเรียกรวมกันไปเลย ว่าชุดการเรียนการสอน ก็มี

ชุดการสอน ยังจัดว่าเป็นนวัตกรรมการศึกษาชนิดหนึ่งของไทย ที่ได้รับความสนใจของนักการศึกษาและผู้สอนทั่วไปอย่างมาก ตามลักษณะและความหมายของชุดการสอนนั้น จัดว่าเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi-Media) หมายถึงการใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นที่จัดเอาไว้ ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วย ที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่

ในซอง กล่อง หรือกระเป๋า ก็แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น ในการสร้างชุดการสอนนี้ จะใช้วิธีระบบเป็นหลักสำคัญด้วย จึงทำให้มั่นใจได้ว่า ชุดการสอน จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจ พร้อมทั้งจะสอนอีกด้วย (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 118)

ชุดการสอน ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ชุดการสอน (Instruction package) เปรียบเสมือนโครงการสอนหรือแผนการสอนสำเร็จรูป Lesson plan ซึ่งครูผู้สอนได้จัดทำไว้ล่วงหน้า เพื่อใช้สอนนักเรียนในครั้งหนึ่ง ๆ ชุดการสอนแตกต่างจากแผนการสอนตามปกติของครูตรงที่ชุดการสอนออกแบบเพื่อให้ครูหรือผู้เรียนใช้โดยเฉพาะ แต่แผนการสอน จัดไว้สำหรับครูแต่ผู้เดียว (สุนันท์ สังข์อ่อน. 2526 : 170)

ชุดการสอน คือวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เลือกสรรแล้วอันประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลาย ตลอดจนถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่รวมไว้เป็นระเบียบในกล่องการสอนเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาประสบการณ์ทั้งหมดนี้ได้อย่างผลดียิ่งขึ้น (ประหยัด จิระวรพงศ์. 2522 : 170)

ชุดการสอน (Teaching package) คือการรวบรวมสื่อการสอนอย่างสมบูรณ์ตามแบบแผนที่วางไว้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน ชุดการสอนเป็นระบบสื่อประสมสำเร็จรูป เพื่อให้ครูใช้ในการสอนโดยที่ครูไม่ต้องเตรียมสื่ออื่น ๆ หรือวางแผนการสอนใหม่ ภายในชุดการสอนจะมีสื่อและแนะนำวิธีดำเนินการสอนพร้อมจะให้ครูนำไปใช้ในการสอน ได้ทันทีโดยไม่มีข้อยุ่งยากอย่างใด เพียงแต่ครูพิจารณาว่า จุดมุ่งหมายของชุดการสอนตรงกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ครูก็สามารถนำชุดการสอนไปใช้ได้ (ลัดดา สุขปรีดี. 2522 : 30)

ชุดการสอน หมายถึง ระบบการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ ของผู้เรียนแต่ละคนให้บรรลุจุดมุ่งหมาย (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526 : 196)

ชุดการสอน ถือว่าเป็นผลการสอนที่ช่วยครูให้ได้รับความสะดวกในการสอน และช่วยผู้เรียนให้ได้เกิดผลสำเร็จในการเรียนรู้ เป็นการจัดการโดยอาศัยวัตถุประสงค์และผลซึ่งในแง่ของการบริหารเรียกว่า MOR (Management by Objectives and Results) (เสาวณีย์ ลีทิศาบัณฑิต. 2528 : 291)

สรุปได้ว่า ชุดการสอน คือ ชุดสื่อสมบูรณ์พร้อมขั้นตอนการใช้สื่อ เพื่อให้ครูไว้ใช้สอนตามที่จุดมุ่งหมายของการสอนระบุไว้

2.3.2 แนวคิดและหลักการของชุดการสอน

แนวคิดและหลักการในการนำเอาชุดการสอนมาใช้ในระบบการศึกษา สรุปได้ 5 ประการ คือ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 119-120)

2.3.2.1 การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนการสอนควรจะต้องคำนึงถึง ความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ วิธีการสอนที่เหมาะสมที่สุดก็คือ การจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาตามเอกัตภาพ และการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามระดับสติปัญญาความสามารถและความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2.3.2.2 ความพยายามที่จะเปลี่ยนแนวการเรียนการสอนไปจากเดิม การจัดการเรียนการสอนแต่เดิมนั้น เรายึดครูเป็นหลักเปลี่ยนมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนเอง โดยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อหรือวิธีการต่าง ๆ โดยนิยมจัดในรูปของ ชุดการสอน การเรียนในลักษณะนี้ผู้เรียนจากครูเพียงประมาณ 1 ใน 4 ส่วน ส่วนที่เหลือผู้เรียนจะเรียนจากสื่อด้วยตนเอง

2.3.2.3 การใช้สื่อการสอนได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไป การใช้สื่อการสอนในปัจจุบันได้คลุมไปถึง การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เครื่องมือต่าง ๆ รวมทั้งกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ แต่เดิมนั้นการผลิตและการใช้ มักจะออกมาในรูปแบบต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้ เป็นสื่อเดี่ยว ๆ มิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อหลายอย่างมาผสม ผสานกันให้เหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับผู้เรียนแทนการใช้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนตลอดเวลา แนวโน้มใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการสอน อันจะมีผลต่อการใช้ของครู คือ เปลี่ยนจากการใช้สื่อ “เพื่อช่วยครูสอน” คือ ครูเป็นผู้หยิบใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาเป็นสื่อการสอน “เพื่อช่วยผู้เรียน” คือ ให้ผู้เรียนหยิบและใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยอยู่ในรูปของชุดการสอน

2.3.2.4 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม แต่ก่อนความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนในห้องเรียน มีลักษณะเป็นทางเดียวกัน คือ ผู้สอนเป็นผู้นำและผู้เรียนเป็นผู้ตาม ผู้สอนมิได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนจะมีโอกาสได้พูดก็ต่อเมื่อผู้สอนให้พูด การตัดสินใจของผู้เรียนส่วนใหญ่ก็จะตามผู้สอน ผู้เรียนเป็นฝ่ายเอาใจผู้สอนมาก

กว่าผู้สอนเอาใจผู้เรียน ผู้สอนวิจารณ์หรือพูดเยาะเย้ยผู้เรียนในชั้น โดยเฉพาะในกรณีที่ผู้เรียนตอบไม่ถูกตามที่ผู้สอนชอบหรือกระทำอะไรผิดพลาด แต่ถ้าผู้เรียนทำอะไรดีควรแก่การชมเชย ผู้สอนจะนิ่งเฉยเสียเพราะถ้าหากชมก็กลัวผู้เรียนจะเหลิงตัว ดังนั้น ผู้เรียนไทยส่วนใหญ่จึงพกเอาประสบการณ์ที่ไม่น่าพึงพอใจเมื่อเติบโตใหญ่ขึ้น ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนนั้นแทบจะไม่มีเอาเลย เพราะผู้สอนส่วนใหญ่ไม่ชอบให้ผู้เรียนคุยกันผู้เรียนจึงไม่มีโอกาสได้ฝึกฝนทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ เชื่อฟัง และเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น เมื่อเติบโตใหญ่จึงทำงานร่วมกันไม่ได้ นอกจากนี้ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม ก็มีอยู่กับเพียงชอล์ก กระดานดำ และแบบเรียนในห้องสี่เหลี่ยมแคบ ๆ หรือในสนามหญ้าซึ่งส่วนใหญ่ถูกปล่อยให้รกร้างเฉอะแฉะตามฤดูกาลผู้สอนไม่เคยพาผู้เรียนออกไปสู่สภาพนอกโรงเรียน การเรียนการสอน จึงจัดอยู่เพียงในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการเรียนรู้จึงต้องนำเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมร่วมกัน ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ ซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปของ ชุดการสอน

2.3.2.5 การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนมาใช้โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม หมายถึง ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง มีทางทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือคิดถูก อันจะทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต และให้ค่อยเรียนรู้ไปที่ละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเองโดยไม่มีใครบังคับ การจัดสภาพการณ์ที่จะเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ตามนัยดังกล่าวข้างต้น จะมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายปลายทาง โดยการจัดการสอนแบบโปรแกรม และใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

2.3.3 ประเภทของชุดการสอน

ชุดการสอนแบ่งออกตามลักษณะการใช้ได้ 3 ประเภท คือ

2.3.3.1 ชุดการสอนประกอบการบรรยาย

เป็นการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูใช้ประกอบการสอนแบบบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พูดน้อยลง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากขึ้น เนื่องจากเป็นชุดการสอนที่ครูเป็นผู้ใช้บางครั้งเรียกว่าชุดการสอนสำหรับครู ชุดการสอนประกอบการบรรยายจะมีเนื้อหาเพียงอย่างเดียว โดยแบ่งเป็นหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น สื่อที่ใช้อาจจะเป็นแผ่นคำสอน สไลด์ประกอบเสียงบรรยายในเทป แผ่นภูมิ แผ่นภาพ ภาพยนตร์ โทรทัศน์และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายตามปัญหา และหัวข้อที่ครูกำหนดให้ เพื่อความเรียบร้อยในการใช้ชุดการสอนประเภทนี้มักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดพอเหมาะกะกับจำนวนของสื่อการสอน

2.3.3.2 ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม

เป็นชุดการสอนแบบกิจกรรมที่ยึดระบบการผลิตสื่อการสอนตามหน่วย และหัวข้อที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องเรียน แบบกิจกรรมที่เรียกว่า ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม จะประกอบด้วย ชุดย่อยที่มีจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ๆ สื่อที่ใช้ในศูนย์จัดไว้ในรูปสื่อผสม อาจใช้สื่อรายบุคคลหรือสื่อสำหรับกลุ่มผู้เรียนทั้งศูนย์จะใช้ร่วมกันได้ ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม จะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเรียนเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้ว นักเรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ

2.3.3.3 ชุดการสอนรายบุคคล

เป็นชุดการสอนที่จัดระบบขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2526 : 197)

2.3.4 องค์ประกอบของชุดการสอน

องค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ภายในชุดการสอน สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกันคือ

2.3.4.1 คู่มือครู

เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของชุดการสอน ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการ ใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียด อาจจะทำเป็นเล่ม หรือแผ่นพับก็ได้ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดและหลักการเขียนในตอนต่อไป

2.3.4.2 บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ

จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดการสอนแบบกลุ่มรายบุคคลซึ่งจะประกอบด้วย

- 1) คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา
- 2) คำสั่งที่เรียนดำเนินการกิจกรรม
- 3) การสรุปทบทวน

2.3.4.3 เนื้อหาสาระและสื่อ

จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจประกอบด้วยบทเรียน โปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป แผ่นภาพ โปร่งใส วัสดุกราฟิกส์ หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอน ตามบัตรคำถามไว้ให้

2.3.4.4 แบบประเมินผล

ผู้เรียนจะทำการประเมินความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียนแบบประเมินผลที่อยู่ในชุดการสอน อาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่างเลือกคำตอบที่ถูก จับคู่คูผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

ส่วนประกอบข้างต้นนี้จะบรรจุในกล่องหรือซอง จัดเอาไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกแก่การใช้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 121)

2.3.5 ขั้นตอนการผลิตชุดการสอน

ในระบบการผลิตชุดการสอน แผนจุฬาฯ ซึ่งเป็นชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรมเหมาะสำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้มีทั้งหมด 10 ขั้นตอน คือ

2.3.5.1 กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจจะเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามที่เห็นเหมาะสม

2.3.5.2 กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

2.3.5.3 กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์ออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง

2.3.5.4 กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ จะต้องให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่องโดยสรุปรวมแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญ ไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน

2.3.5.5 กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

2.3.5.6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์พฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกมส์ ฯลฯ

2.3.5.7 กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบการประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอนแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับ คนอื่น) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

2.3.5.8 เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า “ชุดการสอน”

2.3.5.9 หาประสิทธิภาพในการสอนเพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

2.3.5.10 การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วสามารถนำไปสอนผู้เรียน ได้ตามประเภทของชุดการสอน และระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที)
 - 2) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
 - 3) ชี้นำประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นสอน) ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
 - 4) ชี้นำสรุปผลการสอน เพื่อสรุปความคิดรวบยอดและหลักการที่สำคัญ
 - 5) ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงแล้ว
- (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 123)

2.3.6 ส่วนประกอบและการเขียนคู่มือครู

คู่มือครูนับว่าเป็นส่วนสำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งในชุดการสอน เพราะคู่มือครูเป็นเสมือนผู้คอยให้คำแนะนำผู้สอนในการเตรียมตัวสอน ช่วยให้ผู้สอนได้รู้บทบาทของตนเองและของนักเรียนว่าจะต้องดำเนินการอย่างไรบ้างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดเตรียมห้องเรียนให้เหมาะกับบทเรียนในแต่ละหน่วยอีกด้วย คู่มือครูนี้อาจจะทำได้เป็นแผ่นพับหรือเล่มก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

2.3.6.1 คำนำ

เป็นส่วนที่แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นของผู้ผลิต เพื่อให้ผู้ใช้ได้เห็นคุณค่าของชุดการสอนในการสอนผู้เรียน และเป็นการชี้แจงให้ผู้ใช้งทราบถึงปัญหาจุดอ่อนและจุดเด่นต่าง ๆ ในกรณีที่ชุดการสอนได้ผ่านการหาประสิทธิภาพมาแล้ว ควรบอกระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนออกเป็นค่าไว้ด้วย

2.3.6.2 ส่วนประกอบของชุดการสอน

ควรได้มีการบอกให้ผู้ใช้งได้ทราบส่วนต่าง ๆ ของชุดการสอน เพื่อกระตุ้นให้มีการตรวจตราวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้

2.3.6.3 คำชี้แจงสำหรับผู้สอน

เป็นกำหนดสิ่งที่ครูควรปฏิบัติ เพื่อจะได้ดำเนินการสอนแบบศูนย์การเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.6.4 สิ่งที่คุณสอนและผู้เรียนต้องเตรียม

กำหนดสิ่งที่ครูและนักเรียนต้องจัดเตรียมและจัดหาไว้ล่วงหน้าก่อนสอน เช่น การไปยืมอุปกรณ์จากหน่วยโฮต๓ การเตรียมวัสดุสิ้นเปลืองและสื่อการสอนอื่นใดที่มีได้เก็บไว้ในชุดการสอน

2.3.6.5 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

เป็นบทบาทที่ครูและนักเรียนควรปฏิบัติในเวลาเรียนผู้สอนควรจะต้องเป็นผู้ชี้แจงบทบาทของผู้เรียนให้ทราบก่อนใช้ชุดการสอนทุกครั้ง

2.3.6.6 การจัดห้องเรียน

มีการอธิบายจัดห้องเรียน พร้อมทั้งทำแผนผังแสดงศูนย์กิจกรรมต่างๆ

2.3.6.7 แผนการสอน

เป็นส่วนที่กำหนดสิ่งต่อไปนี้ให้ผู้สอนใช้ชุดการสอนได้ทราบมีดังนี้

- 1) ความคิดรวบยอด
- 2) จุดมุ่งหมาย ซึ่งควรจะเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
- 3) โครงร่างของเนื้อหา
- 4) กิจกรรมการเรียนการสอน
- 5) สื่อการเรียน
- 6) การประเมินผล

2.3.6.8 เนื้อหาสาระของชุดการสอน

โดยจัดเรียงลำดับจากบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม และบัตรคำถามของแต่ละศูนย์ตามลำดับ

2.3.6.9 แบบฝึกปฏิบัติหรือกระดาษคำถาม

สำหรับผู้เรียนพร้อมเฉลย

2.3.6.10 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน (พร้อมเฉลย)

แบบทดสอบนี้ควรจะมีอยู่ในคู่มือครูด้วย เพื่อที่ผู้สอนจะได้นำไปพิมพ์และอัดสำเนาแจกนักเรียนได้ตามจำนวนที่ต้องการ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 125)

2.3.7 หลักในการเขียนแบบฝึกปฏิบัติหรือคู่มือนักเรียน

แบบฝึกปฏิบัติหรือคู่มือนักเรียนจะต้องใช้ควบคู่กับชุดการสอนเสมอแบบฝึกปฏิบัติจะมีลักษณะคล้ายกับแบบฝึกหัด แต่ครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้เรียนพึงกระทำมากกว่า แบบฝึกปฏิบัติอาจจะกำหนดแยกเป็นแต่ละหน่วยเรียกว่า “กระดาษคำตอบ” หรือ Work Sheet ซึ่งผู้เรียนจะต้องถือติดตัวเวลาประกอบกิจกรรมต่าง ๆ หรืออาจรวมเป็นเล่มเรียกว่า Work Sheet โดยเย็บรวมไว้ที่ชุดการสอนเป็นตัวอย่าง 1 ชุด เสมอ และถ้าหากต้องการจะให้ส่งผู้สอนด้วย แบบฝึกปฏิบัติจะมีสำเนาที่ใช้กระดาษคาร์บอน เมื่อเขียนแล้วก็สามารถฉีกแผ่นแรกส่งผู้สอนได้เลย

การเขียนแบบฝึกปฏิบัติในวิชาการต่าง ๆ ย่อมไม่เหมือนกัน แต่ก็มีวิธีการพอสรุปได้ดังนี้

1. ควรมีคำชี้แจงการใช้แบบฝึกปฏิบัติ ที่มีการกำหนดทิศทางเอาไว้เด่นชัด เช่น เมื่อผู้เรียนอ่านข้อความใดข้อความหนึ่งแล้ว ก็จะเขียนไว้ว่า “โปรดอ่านเรื่อง.....หน้า.....”หรือ “โปรดพลิกไป.....เรื่อง.....”

2. ควรมีตารางการปฏิบัติงานที่ผู้เรียนจะวางแผนได้เอง (สำหรับการสอนรายบุคคล) ซึ่งเรียกว่า “ใบเนาะทาง”

3. ไม่ว่าจะ เป็นแบบแผ่นหรือแบบเล่ม ควรมีแผนการสอนโดยสังเขปไว้ด้วยโดยเฉพาะ ความคิดรวบยอด วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน สื่อการสอน และการประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนทราบทิศทางเป้าหมายและบทบาทของตนเอง แต่ถ้าใช้กับผู้เรียนระดับต่ำ เช่น ป. 1-4 ก็ ไม่จำเป็นต้องมี

4. ในกรณีที่มีกิจกรรมให้ผู้เรียนตอบ เต็มคำ เขียนภาพ ฯลฯ ต้องเตรียมเนื้อหาไว้ในแบบฝึกปฏิบัติให้ตรงกัน โดยใช้หมายเลขและรหัสที่เด่นชัดพอที่ผู้เรียนจะตอบได้ตรงตามที่ครูกำหนดไว้ และควรมี “เฉลย” ไว้ให้แต่ไม่เด่นชัดจนเกินไป เพื่อป้องกันการดูเฉลยก่อนทำกิจกรรมการมีเฉลยไว้เป็นการช่วยแบ่งเบาภาระผู้สอนเพราะผู้เรียนจะช่วยกันตรวจเอง และส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ด้วย คำเฉลยอยู่ในแบบฝึกปฏิบัติหรือแยกต่างหากก็ได้

5. ควรออกแบบให้สะดวกอ่าน ใช้ภาษาที่เป็นกันเองและมีการ์ตูนประกอบเนื้อหาที่น่าสนใจ หรืออาจจะตัดกรอบให้เป็นรูปสัตว์ ผลไม้ หรือการ์ตูนที่น่าสนใจขึ้นด้วยก็ได้

6. เนื้อหาในแบบฝึกปฏิบัติ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องต่าง ๆ ควรให้ตรงกับเนื้อหาในบัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา หรือประสบการณ์อื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้ในชุดการสอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 127)

2.3.8 การใช้ชุดการสอน

การใช้ชุดการสอนเป็นกิจกรรมกลุ่มในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนนั้น แต่ละศูนย์ อาจจะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที ซึ่งอาจจะแบ่งเวลาในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 155)

1. ผู้เรียนอ่านบัตรคำสั่ง (1 นาที)
2. อ่านบัตรสรุปเนื้อหาและบัตรเนื้อหา (3-4 นาที)
3. ประกอบกิจกรรม เช่น เกมส์ สาธิต ฯลฯ (4-6 นาที)
4. ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม (2-4 นาที)
5. แต่ละคนตอบคำถามในแบบฝึกปฏิบัติหรือกระดาษคำตอบ (2-3 นาที)
6. ตรวจคำตอบจากแผ่นเฉลยที่ครูเตรียมไว้ให้โดยเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน

(2 นาที)

2.3.9 ประโยชน์ของชุดการสอน

1. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามความสามารถ ความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน
2. ช่วยจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย
3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดการสอนไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา
4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครู เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที
5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน
6. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
8. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
9. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพนับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น (ชัยยงค์ พรหมวงศ์.

2523 : 156)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นับตั้งแต่มีการสร้างชุดการสอนขึ้นในประเทศ นักการศึกษาต่างก็ทำการทดลองวิจัยสร้างหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่นดังตัวอย่าง เช่น

เพ็ญศรี สร้อยเพชร (2524 : 34) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องการใช้โสตทัศนูปกรณ์ประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา 1 แล้วนำไปทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูนครปฐม จำนวน 28 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในหน่วยที่ 1. 92.14/90.85 และหน่วยที่ 2 91.09/90.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 85/85 คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วันชัย ชัยชมชื่น (2528 : 32) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างชุดการสอนวิชาทฤษฎีช่างเบื้องต้นเรื่องดอกสว่านและงานเจาะ นำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ประเภทช่างอุตสาหกรรม ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในภาคทฤษฎี 84.19/83.24 ในภาคปฏิบัติ 93.66/94.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สมศักดิ์ รุจิโกไศย (2528 : 48) ได้พัฒนาและสร้างเครื่องมือทดสอบวัสดุสำหรับวิชาปฏิบัติวัสดุช่าง 1 (ES 191) นำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2527 จำนวน 22 คนผลการวิจัยปรากฏว่า เครื่องวัดแบบไฮดรอลิกส์สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติวัสดุช่าง 1 (ES 191) ได้โดยนักศึกษามีความสามารถทำแบบทดสอบรวมถูกต้อง 81.3% สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและนักศึกษาเห็นว่าเครื่องวัดแบบไฮดรอลิกส์นี้มีความเหมาะสมกับวิชาปฏิบัติวัสดุช่าง 1 (ES 191) นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ให้ความเห็นสอดคล้องกันว่า เครื่องมือทดสอบวัสดุสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติวัสดุช่าง (ES 191) ได้อย่างดี

เผด็จ แสนเกษม (259 : 78) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดสาริตการทดลอง สำหรับวัดสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างยนต์ โดยนำไปทดลองกับนักศึกษาแผนกช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 24 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดสาริตการทดลองที่สร้างขึ้นมีความสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชางานทดลองเครื่องกลได้ โดยทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากทดลองสูงกว่าก่อนการดำเนินการทดลองด้วยความเชื่อมั่น 99% และจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ครูและนักศึกษามีความเห็นตรงกันว่า ชุดการสอนทดลองนี้เหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชางานทดลองเครื่องกล

สมานมิตร อยู่สุขสวัสดิ์ (2529 : 31) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดคอนาลอกเทคนิคเบื้องต้น แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2528 จำนวน 26 คนผลการวิจัยปรากฏว่าชุดคอนาลอกเทคนิคเบื้องต้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 84.82/82.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และผลการตอบแบบสอบถามของนักศึกษาที่ทดลองใช้ชุดคอนาลอกเทคนิคเบื้องต้น มีฐานนิยมอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี พร้อมกันนี้ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อการยอมรับชุดคอนาลอกเทคนิคเบื้องต้นอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

ปราโมทย์ จันทร์เผือก (2530 : 50) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนสาริตการทดลองเพื่อหาพลังงาน การสูญเสียพลังงานและการวัดอัตราการไหลของไหลภายในท่อ วิชากลศาสตร์ของไหลสาขาช่างยนต์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา พ.ศ.2527 นำไปใช้ทดลองกับนักศึกษาแผนกช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2530 จำนวน 21 คนผลการวิจัยปรากฏว่าชุดสาริตการทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.89/82.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนสรุปได้ว่า ชุดการสอนมีบทบาทดีพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ แต่ผลการวิจัยในวิชาช่างยังไม่กว้างขวางจึงเป็นสิ่งที่ทำการวิจัยเพื่อหาข้อเท็จจริงต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าการจัดทำชุดการสอนวิชาวัสดุช่าง เรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการสอนในรายวิชาอื่นได้ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาวัสดุช่างเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวัสดุช่าง รหัส 21000006 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 64 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรทั้งหมด

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยชุดการสอนเชิงปฏิบัติการเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงผู้วิจัยแบ่งออกได้ 3 ส่วนคือ

1. ชุดการสอน
2. แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบประเมินชุดการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไว้ 2 ส่วนคือ

3.2.2.1 การสร้างชุดการสอน

ในการสร้างสื่อการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2538
- 2) ศึกษาเนื้อหารายวิชาวัสดุช่าง รหัส 21000006 ซึ่งเป็นรายวิชาชีพพื้นฐานของช่างอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2538
- 3) กำหนดหัวข้อเรื่องและวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจากการศึกษาหลักสูตรและข้อมูลในการเรียนการสอนรายวิชาวัสดุช่างผู้วิจัยได้เลือกหัวข้อการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง
- 4) ศึกษาทฤษฎีและหลักการของชุดการสอนจากเอกสาร ตำราและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาในเรื่องที่จะทำการวิจัย โดยผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อย่อยได้ 3 หัวข้อดังนี้
 1. ทฤษฎีงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า
 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานชุบ
 3. ขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง
- 5) วิเคราะห์เลือกใช้สื่อการเรียนการสอน เนื่องจากหัวข้อการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงเป็นหัวข้อที่จะต้องมีการเรียนในภาคทฤษฎีอย่างละเอียด ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนโดยพิจารณาให้นักศึกษาได้มีความรู้ในด้านทฤษฎีก่อนเพราะในงานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าเป็นงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจในขั้นตอนต่างๆ เป็นอย่างดีเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติงานและสารเคมี ซึ่งจากการวิเคราะห์เนื้อหาผู้วิจัยได้เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนในแต่ละตอนโดยกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้
 - ตอนที่ 1 เรื่องทฤษฎีงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าเลือกใช้สื่อใบความรู้
 - ตอนที่ 2 เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานชุบเลือกใช้สื่อสไลด์ประกอบเสียง
 - ตอนที่ 3 เรื่องขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง เลือกใช้สื่อวีดิทัศน์
- 6) สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหา
- 7) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบแบบร่างของชุดการสอน เพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำมาแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป
- 8) เมื่อได้รูปแบบของชุดการสอนเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยก็จะดำเนินการสร้างสื่อการสอน

9) นำชุดการสอนที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านการผลิต
สื่อจำนวน 4 ท่านคือ

1. นายเมธีสิน สมอุมจารย์ ตำแหน่งผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพเซกา
2. ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล ตำแหน่ง หัวหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

3. นายสมาน ไชยชนะ อาจารย์ 2 ระดับ 7 หัวหน้าคณะช่างกลโลหะ

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

4. นายชัยกร จันทร์ศรี อาจารย์ 2 ระดับ 6 หัวหน้าแผนกช่างกล โรงงาน

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

10) ประเมินคุณภาพชุดการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 คน โดยแบ่งตามระดับ
ความคิดเห็นและเกณฑ์ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

- ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพดีมาก
- ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพดี
- ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพพอใช้
- ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

เกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ

- | | | | |
|-------------|-------------|---------|-------------------|
| คะแนนเฉลี่ย | 4.50 – 5.00 | หมายถึง | คุณภาพดีมาก |
| คะแนนเฉลี่ย | 3.50 – 4.49 | หมายถึง | คุณภาพดี |
| คะแนนเฉลี่ย | 2.50 – 3.49 | หมายถึง | คุณภาพปานกลาง |
| คะแนนเฉลี่ย | 1.50 – 2.49 | หมายถึง | คุณภาพพอใช้ |
| คะแนนเฉลี่ย | 1.00 – 1.49 | หมายถึง | คุณภาพควรปรับปรุง |

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับคุณภาพสื่อด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับความคิดเห็น
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง			
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	4.5	0.5	ดีมาก
- ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4.75	0.43	ดีมาก
- ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	4.75	0.43	ดีมาก
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.5	0.5	ดีมาก
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.5	0.5	ดีมาก
- ความถูกต้องของเนื้อหา	4.5	0.5	ดีมาก
- ความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.75	0.43	ดีมาก
- ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอน	4.25	0.44	ดี
2. รูปภาพและภาษา			
- ความถูกต้องของรูปภาพ	4.25	0.44	ดี
- ความถูกต้องของภาษา	4.25	0.44	ดี
- ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4.5	0.5	ดีมาก
3. เวลาการนำเสนอเนื้อหา			
- ความเหมาะสมของเวลาฉายกับรูปภาพ	4.5	0.5	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลาฉายกับคำบรรยาย	4.75	0.43	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลาฉายทั้งหมด	4.75	0.43	ดีมาก
รวม	4.53	0.46	ดีมาก

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับคุณภาพสื่อด้าน
เทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับความคิดเห็น
1. การดำเนินเรื่อง			
- ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4.75	0.43	ดีมาก
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	4.5	0.5	ดีมาก
- ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอน	4.25	0.44	ดี
2. เสียง			
- ความเหมาะสมของเสียงดนตรีประกอบ	4.25	0.44	ดี
- ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4.5	0.5	ดีมาก
- ความเหมาะสมของระดับเสียงดนตรีกับคำบรรยาย	4.5	0.5	ดีมาก
- ความถูกต้องของอักขระในการบรรยาย	4.75	0.43	ดีมาก
3. ภาษา			
- ความเหมาะสมของการใช้ภาษาในคำบรรยาย	4.75	0.43	ดีมาก
- ความถูกต้องของการใช้ภาษาในคำบรรยาย	4.5	0.5	ดีมาก
4. รูปภาพ			
- ความชัดเจนของรูปภาพ	4.5	0.5	ดีมาก
- ความคมชัดของอักษร	4.5	0.5	ดีมาก
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.25	0.44	ดีมาก
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.25	0.44	ดีมาก
- ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	4.5	0.5	ดีมาก
- ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับคำบรรยาย	4.5	0.5	ดีมาก
5. ระยะเวลาฉาย			
- ความเหมาะสมของเวลาฉายกับเนื้อหาในภาพ	4.75	0.43	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลาฉายกับเนื้อหาคำบรรยาย	4.5	0.5	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลาฉายทั้งหมด	4.75	0.43	ดีมาก
รวม	4.51	0.46	ดีมาก

ผลการประเมินคุณภาพชุดการสอนแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดการสอนด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
ด้านเนื้อหา	4.53	0.46	ดี
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.51	0.46	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.52	0.46	ดี

(รายละเอียดในภาคผนวก จ.)

จากตารางที่ 3.3 ผลการประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 คนสรุปได้ว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นการเรียนการสอนได้

1) นำสื่อการสอนที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาในรายวิชานี้มาก่อน จำนวน 3 คนซึ่งมีนักเรียนเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อสังเกต บันทึกข้อมูลและนำข้อบกพร่องมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป

2) นำผลการปรับปรุงแก้ไขเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง ก่อนนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ จำนวน 9 คน โดยสังเกต ข้อบกพร่องของชุดการสอน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3) นำผลการปรับปรุงแก้ไข เสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความถูกต้องก่อน ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4) นำชุดการสอนที่ได้แก้ไขปรับปรุงเป็นฉบับสมบูรณ์แล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อกำหนดหาประสิทธิภาพต่อไป

3.2.2.2 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้หาประสิทธิภาพของชุดการสอนตามลำดับขั้นดังนี้

1) วิเคราะห์เนื้อหารายวิชา และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอน

2) สร้างแบบทดสอบขึ้นซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 50 ข้อ กำหนดให้คะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนนและข้อที่ตอบผิด

หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนนแล้วไปปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมซึ่งแบ่งออกได้ 2 ส่วนคือ

1. แบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละตอน ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ตอน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรวมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบหลังจากที่นักเรียนเรียนจบทั้ง 3 ตอนแล้ว
- 3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนวิชาวัสดุช่างเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงมาแล้วจำนวน 60 คน เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก, ค่าความยากง่ายและค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ
- 4) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบให้เหลือจำนวน 30 ข้อ ตามการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว หาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ
- 5) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson
- 6) เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุง
- 7) ได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการหาค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นจำนวน 30 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์พร้อมที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้

3.2.2.3 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.37 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36 – 0.63 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80

1. ผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์ ดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการชุบเคลือบผิว โลหะด้วยทองแดง จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม/จำนวนข้อสอบ				
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	รวม
1. บอกทฤษฎีและประโยชน์ของการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้	10	-	-	-	10
2. บอกชนิดและหน้าที่ของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในงานชุบได้	5	4	1	-	10
3. บอกขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้	-	4	5	1	10
รวม	15	8	6	1	30
อันดับความสำคัญ	1	2	3	4	

จากตารางที่ 3.4 เป็นผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์โดยวัดด้านความรู้ความจำ 15 ข้อ ความเข้าใจ 8 ข้อ การนำไปใช้ 6 ข้อ และการวิเคราะห์ 1 ข้อ ได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ โดย 1 ข้อ เท่ากับ 1 คะแนน

2. ผลการหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.37 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36- 0.63 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80 (ภาคผนวก จ)

3. แบบฝึกหัดของชุดการสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย โดยให้นักเรียนได้ทดสอบหลังเรียนจบในแต่ละตอน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.3.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ติดต่อกับผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

3.3.2 นำชุดการสอนมาทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ผู้วิจัยอธิบายถึงชุดการสอนและส่วนประกอบของชุดการสอน

3.3.2.2 ผู้วิจัยแนะนำการใช้สื่อชนิดต่าง ๆ

- 3.3.3.3 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน(Pre-test)ก่อนจะเรียนด้วยชุดการสอน
- 3.3.3.4 หลังจากเรียนจบในแต่ละตอนให้นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
- 3.3.3.5 หลังจากทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเสร็จให้ตรวจคำตอบจากเฉลย
- 3.3.3.6 หลังจากนักเรียนเรียนจบทุกตอนแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน

(Post-test)

- 3.3.3 นำผลจากการดำเนินการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 3.4.1 หาประสิทธิภาพของชุดการสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

3.4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการสอน โดยใช้สูตร t-test (dependent sample)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

- 3.5.1 สถิติที่ใช้การวิเคราะห์แบบทดสอบ

3.5.1.1 การหาความยากง่าย (difficulty) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210 –211)

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

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย
R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

กำหนดเกณฑ์ความยากง่าย $P = .20 - .80$

ค่าความยากง่ายที่คำนวณได้มีความหมายดังนี้

ระดับค่าความยากง่าย	ความหมาย
0.80 - 1.00	ง่ายมาก
0.60 - 0.79	ง่าย
0.40 - 0.59	ปานกลาง
0.20 - 0.39	ยาก
0.00 - 0.19	ยากมาก

3.5.1.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 :

210-211)

$$D = \frac{Ru - Rl}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก

R_U คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่งR_L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนนักเรียนทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

กำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก D = .20 ขึ้นไป

ค่าอำนาจจำแนกที่คำนวณได้มีความหมายดังนี้

ระดับค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
0.40 – ขึ้นไป	คุณภาพข้อสอบดี/ค่าอำนาจจำแนกสูง
0.30 – 0.39	คุณภาพข้อสอบดีพอสมควร/ค่าอำนาจจำแนกปานกลาง
0.20 – 0.29	คุณภาพข้อสอบพอใช้/ค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
0.00 – 0.19	คุณภาพข้อสอบใช้ไม่ได้/ค่าอำนาจจำแนกต่ำ

3.5.1.3 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) วิธีของ Kuder Richardson

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

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

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S² คือ ค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

3.5.2 สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพของชุดการสอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

$$E 1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

$$E 2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ E1 คือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ

E2 คือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบก่อนเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

3.5.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐาน

ใช้ สถิติ t-test (dependent sample) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

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

เมื่อ D คือ ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ คือ ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D^2$ คือ ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

N คือ จำนวนคู่

กำหนดให้ $Df = n - 1$ และ $\alpha = 0.05$

- การหาค่าเฉลี่ย

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

- การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$SD = \sqrt{\frac{\sum \left(X - \bar{X} \right)^2}{N}}$$

- เมื่อ
- \bar{X} = ค่าคะแนนเฉลี่ย
 - $\sum x$ = ผลรวมของคะแนน
 - N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ
 - X = คะแนนผู้ทรงคุณวุฒิ
 - SD = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยได้ทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยดังนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

4.2 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนผู้วิจัยได้นำชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงที่สร้างขึ้นและผ่านการแก้ไขจากการทดลองกับกลุ่มย่อยแล้วไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนซึ่งผลการทดลองในการหาประสิทธิภาพได้ค่า E1 และ E2 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอน

การทดลอง	จำนวนคน	ค่าประสิทธิภาพ		เกณฑ์ที่ตั้งไว้
		(E1)	(E2)	
กลุ่มตัวอย่าง	30	90.10	89.33	80/80

มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (รายละเอียดภาคผนวก จ)

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการใช้ชุดการสอน แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามสมมติฐาน 80/80 ซึ่งแสดงว่าระหว่างที่เรียนจบในแต่ละตอนแล้วทำแบบฝึกหัดในแต่ละตอนทันที ทำให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาโดยไม่ลืมจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละตอนมีคะแนนสูงกว่าเมื่อเทียบกับการทำแบบทดสอบทั้ง 3 ตอนพร้อมกันหลังจากเรียนจบเนื้อหาแล้ว ซึ่งนักเรียนอาจลืมเนื้อหาในบางส่วนได้

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสอบของนักเรียน 30 คน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test *
ก่อนเรียน	30	9.47	2.36	21.44 *
หลังเรียน	30	26.80	1.79	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (รายละเอียดในภาคผนวก จ)

จากตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เปรียบเทียบระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏดังนี้ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 9.47 คะแนนคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 26.80 คะแนน นำมาหาค่าสถิติโดยใช้ t-Test ได้เท่ากับ 21.44 จากการทดสอบนี้แสดงว่าชุดการสอนที่ใช้ในการทดลองแบบขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งชุดการสอนนี้มีผลทำให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มขึ้น โดยเปรียบเทียบจากผลคะแนนของการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนและเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) โดยมุ่งศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาวัสดุช่าง เรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 5.2 สมมติฐานในการวิจัย
- 5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 5.4 วิธีดำเนินการวิจัย
- 5.5 สรุปผลการวิจัย
- 5.6 การอภิปรายผล
- 5.7 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการสอน และหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ในรายวิชาวัสดุช่าง เรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการสอนของนักเรียนหลังเรียนกับก่อนเรียน

5.2 สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง ในวิชาวัสดุช่าง รหัสวิชา 21000006 แผนกช่างกลโรงงาน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พ.ศ. 2538 ประกอบด้วย

5.3.1 ชุดการสอน ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาและจัดรูปแบบชุดการสอนโดยให้ครอบคลุม วัตถุประสงค์และเนื้อหาตามหลักสูตร ประกอบด้วย

1. ทฤษฎีการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานชุบ
3. ขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบ

5.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก ผู้เรียนสามารถเลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียว โดยตอบถูกได้ 1 คะแนนตอบผิดได้ 0 คะแนน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งหมด 30 ข้อมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.37-0.75 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.36-0.63 และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบเท่ากับ 0.80

5.3.3 แบบประเมินผลชุดการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 คน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้านคือด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคหนองคายที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวัสดุช่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน จัดการทดลองเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

- | | | | |
|-----------|--------------------|---------------|-------|
| ขั้นที่ 1 | ทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง | จำนวนนักเรียน | 3 คน |
| ขั้นที่ 2 | ทดลองกลุ่มย่อย | จำนวนนักเรียน | 9 คน |
| ขั้นที่ 3 | ทดลองกลุ่มตัวอย่าง | จำนวนนักเรียน | 30 คน |

ในการทดลองขั้นที่ 1 และ 2 เป็นการทดลองเพื่อนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนให้ดีขึ้น การทดลองขั้นที่ 3 เป็นการทดลองเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอน

5.5 สรุปผลการวิจัย

5.5.1 ชุดการสอนเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง มีประสิทธิภาพ 90.10/89.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐานของวิจัย

5.5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดการสอนเรื่องการชูปเคลื่อนผิวโลหะด้วยทองแดง มีความรู้เพิ่มขึ้นโดยผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากผลของการวิจัยจะเห็นได้ว่า ชุดการสอนเรื่องการชูปเคลื่อนผิวโลหะด้วยทองแดง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.10/89.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

5.6 การอภิปรายผล

เทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีบทบาทต่อการเรียนการสอนมากขึ้น คือการสอนโดยชุดการสอน ซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยแบ่งภาระในการสอนของครูลงได้มาก เนื่องจากบทเรียนดังกล่าวเป็นการนำสื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดมารวมกันเพื่อให้ผู้เรียน ได้รับความรู้ตามที่ต้องการ โดยสื่อแต่ละอย่างจะเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นที่จัดเอาไว้ทำให้สามารถแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างผู้เรียนและการขาดแคลนครูได้ การเรียนการสอนโดยใช้ ชุดการสอนเป็นวิธีการศึกษาวิธีหนึ่งที่ควรให้การสนับสนุน

จากการวิจัยผู้วิจัยได้อภิปรายผลเป็นรายข้อดังนี้

1. ด้านการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ในการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนครั้งนี้เป็นการสร้างชุดการสอน ให้มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้จริงได้ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ การวิจัยจะเห็นได้ว่า ชุดการสอนเรื่องการชูปเคลื่อนผิวโลหะด้วยทองแดง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.10/89.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนอื่น ๆ เช่น ผลการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนวิชาทฤษฎีช่างเบื้องต้น เรื่องดอกสว่าน และงานเจาะสำหรับช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 93.66/94.21 สูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80 (วันชัย ชัยชมชื่น. 2528 : 32) และผลการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนสารคดีการทดลองเพื่อหาพลังงาน วิชาทฤษฎีของไหล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอน มีประสิทธิภาพ 87.89/82.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (ปราโมทย์ จันทร์เผือก. 2530:50)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เดิมนักเรียนมีความรู้น้อยซึ่งข้อมูลจากผลการทดสอบก่อนเรียนแต่เมื่อนำชุดการสอนมาใช้แล้วทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนและได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนเพิ่มขึ้นซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากผลการวิจัยในการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนครั้งนี้ คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เนื่องจากในการเรียนแต่ละตอนเมื่อนักเรียน เรียนจบแล้วทำแบบฝึกหัดทันที

ทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจดจำเนื้อหาได้ดีและข้อสอบในแต่ละตอนมีจำนวนน้อยทำให้ผลสัมฤทธิ์ระหว่างตอนนั้นได้คะแนนสูงเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเมื่อนักเรียน เรียนจบทั้ง 3 ตอนและทำแบบทดสอบท้ายบทรวบยอดซึ่งข้อสอบมีจำนวนมากกว่าผู้เรียนอาจจะลืมเลือนเนื้อหาบางส่วนจึงทำให้ผลของคะแนนได้น้อยกว่า

3. ในการศึกษาเนื้อหาจากชุดการสอนนักเรียนสามารถทบทวนเนื้อหาได้ทันทีเมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียนผ่านไป ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

5.7 ข้อเสนอแนะ

5.7.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. คำชี้แจงก่อนการใช้สื่อควรใช้คำที่ชัดเจน กระชับรัด เข้าใจง่าย ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนไม่สับสนกับวิธีการเรียนด้วยชุดการสอน
2. ความพร้อมของห้องเรียนจะมีผลต่อความสนใจของผู้เรียน ดังนั้นครูจะต้องจัดเตรียมห้องและอุปกรณ์ต่างๆให้พร้อม
3. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนด้วยชุดการสอน แต่คุ้นเคยกับการเรียนด้วยวิธีปกติ ดังนั้นในการอ่านคำแนะนำและรายละเอียดเนื้อหาบางอย่างอาจทำให้เข้าใจไม่ดีพอ ซึ่งครูจะต้องให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด
4. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสนใจการใช้สื่อวีดิทัศน์สูง สถานศึกษาควรจัดทำสื่อวีดิทัศน์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนอย่างพอเพียง

5.7.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยหาประสิทธิภาพของชุดการสอนในรายวิชาช่างอุตสาหกรรมอื่นๆ เพิ่มขึ้น
2. ควรมีการวิจัยหาประสิทธิภาพและจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอนในหัวข้อ ที่มีอันตรายและความเสี่ยงในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นอีก
3. ชุดการสอนที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายจากการปฏิบัติงานในรายวิชาปฏิบัติได้ สถานศึกษาควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนจัดทำชุดสื่อการสอนอย่างแพร่หลาย

บรรณานุกรม

- กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2540. **หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2538.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2523. **เทคโนโลยีการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526. **เทคโนโลยีการศึกษา.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- ประหยัด จิระวรพงศ์. 2522. **เทคโนโลยีการสอน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา.
- ปราโมทย์ จันทร์เพือก. 2529. “การสร้างชุดสาริตการทดลองเพื่อหาพลังงาน การสูญเสียพลังงาน และการวัดอัตราไหลของของไหลภายในท่อ วิชากลศาสตร์ของไหล สาขาช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา พ.ศ. 2527.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เผด็จ แสนเกษม. 2529. “การสร้างชุดสาริตการทดลองสำหรับวัดสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก เพื่อใช้ เป็นสื่อการเรียนการสอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแผนกช่างยนต์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เพ็ญศรี สร้อยเพชร. 2524. “การสร้างชุดการสอนเรื่องการใช้โสตทัศนอุปกรณ์ประกอบการสอน วิชาเทคโนโลยีและจิตกรรมทางการศึกษาสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี วิทยาลัยครูนครปฐม.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดา สุขปริดา. 2526. **เทคโนโลยีการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- วันชัย ชัยชมชื่น. 2528. “การสร้างชุดการสอนวิชาทฤษฎีช่างเบื้องต้นเรื่องดอกสว่านและงานเจาะระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ประเภทช่างอุตสาหกรรม.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศรีศักดิ์ ลัทธิกุล. 2531. “การสร้างชุดการสอนวิชาการตกแต่งผิวสำเร็จเรื่องการชุบเคลือบผิวไฟฟ้าตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแผนกโลหะวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2528.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สมศักดิ์ รุจิโกไศย. 2528. “การพัฒนาเครื่องมือทดสอบวัสดุสำหรับวิชาปฏิบัติวัสดุช่าง (ES 191).” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- สมานมิตร อยู่สุขสวัสดิ์. 2529. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองอเนกเทคนิคเบื้องต้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุนันท์ สังข์อ่อน. 2526. สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อนันต์ ทองมอญ. 2528. ชูบโครเมี่ยม-ชูบทอง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือราชการ



ที่ ทม 1504/ ๐611

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ กุมภาพันธ์ 2543

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ด้วย นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์ นักศึกษาปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับการชูปเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง ขอถ่ายภาพ ขอถ่ายสไลด์ และขอถ่ายวิดีโอเกี่ยวกับการปฏิบัติการชูปเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง เพื่อประกอบการจัดเตรียมเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดการสอนเชิงปฏิบัติการเรื่องการชูปเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมาในโอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร. 3269040



ที่ ทม 1504/ ๐621

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

9 กุมภาพันธ์ 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ด้วย นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์ นักศึกษาปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและ
เทคนิคศึกษา กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดการสอนเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การชุบเคลือบผิวโลหะ
ด้วยทองแดง" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดพิจารณาอนุญาต
ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้แบบทดสอบและชุดการสอน เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
มา ใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ นิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504/ 0612

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๘ กุมภาพันธ์ 2543

เรื่อง ขออนุมัติครุฑให้แก่นักศึกษา

เรียน หัวหน้าแผนกช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ

ด้วย นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์ นักศึกษาปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา มีความ
ประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับการชูปะเลียบผิวโลหะด้วยทองแดง ขอถ่ายภาพ ขอถ่ายสไลด์ และขอถ่ายวิดีโอ
เกี่ยวกับการปฏิบัติการชูปะเลียบผิวโลหะด้วยทองแดง เพื่อประกอบการจัดเตรียมเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ชุดการสอนเชิงปฏิบัติการเรื่องการชูปะเลียบผิวโลหะด้วยทองแดง”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว ตามเห็นสมควรและ
ขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมาในโอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร. 3269040



ที่ ทม 1504/ 0419

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายเมธีสิน สมอู่อาจารย์

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบ และชุดการสอน ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบ และชุดการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดการสอนเชิงปฏิบัติการเรื่องการชุปเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504/ 0419

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๗ มกราคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบ และชุดการสอน ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบ และชุดการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดการสอนเชิงปฏิบัติการเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504/ 0419

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๖ มกราคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสมาน ไชยชนะ

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบ และชุดการสอน ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบ และชุดการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดการสอนเชิงปฏิบัติการเรื่องการชุปเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504/ 0419

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๗ มกราคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายชัยกร จันทร์ศรี

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบ และชุดการสอน ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบ และชุดการสอนของนักศึกษา ชื่อ นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดการสอนเชิงปฏิบัติการเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040

ภาคผนวก ข
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพสื่อการสอน

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบ คุณภาพสื่อได้แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือด้านเนื้อหาวิชาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังรายนามต่อไปนี้

1. นายเมธีสิน สมอุ่มจารย์

ตำแหน่งผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพเชกา

2. คร. ญาณภัทร สีหะมงคล

ตำแหน่งหัวหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

3. นายสมาน ไชยชนะ

ตำแหน่งหัวหน้าคณะวิชาช่างกลโลหะวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

4. นายชัยกร จันทร์ศรี

ตำแหน่งหัวหน้าแผนกช่างกลโรงงานวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ภาคผนวก ค
แบบประเมินคุณภาพชุดการสอน

ตารางที่ ค.1 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานหุบเขาลือบพิวโลหะด้วยทองแดง ประเภทสื่อ
สไลด์ประกอบเสียง สไลด์ประกอบเสียงที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้มีคุณภาพอยู่ใน
เกณฑ์ใด โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องประเมินความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
<p>1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม - ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา - ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน - ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน - ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอน 					
<p>2. รูปภาพและภาษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความถูกต้องของรูปภาพ - ความถูกต้องของภาษา - ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย 					
<p>3. เวลาการนำเสนอเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความเหมาะสมของเวลาฉายกับรูปภาพ - ความเหมาะสมของเวลาฉายกับคำบรรยาย - ความเหมาะสมของเวลาฉายทั้งหมด 					
รวม					

ความคิดเห็นอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ตารางที่ ก.2 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

เรื่อง กระบวนการหุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง ประเภทสื่อ ทัศนศึกษา ทัศนศึกษาที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรดกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องประเมินความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
<p>1. การดำเนินเรื่อง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา - ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ - ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอน <p>2. เสียง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความเหมาะสมของเสียงดนตรีประกอบ - ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย - ความเหมาะสมของระดับเสียงดนตรีกับคำบรรยาย - ความถูกต้องของอักขระในการบรรยาย <p>3. ภาษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความเหมาะสมของการใช้ภาษาในคำบรรยาย - ความถูกต้องของการใช้ภาษาในคำบรรยาย <p>4. รูปภาพ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความชัดเจนของรูปภาพ - ความคมชัดของอักษร - ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร - ความเหมาะสมของสีตัวอักษร - ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย - ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับคำบรรยาย <p>5. ระยะเวลาฉาย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความเหมาะสมของเวลาฉายกับเนื้อหาในภาพ - ความเหมาะสมของเวลาฉายกับเนื้อหาคำบรรยาย - ความเหมาะสมของเวลาฉายทั้งหมด 					
รวม					

ความคิดเห็นอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ภาคผนวก ง
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)

เรื่อง การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

คำสั่ง

1. แบบทดสอบมี 30 ข้อ ให้ทำทุกข้อ ๆ ละ 1 คะแนน
2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า หมายถึงข้อใด
 - ก. การใช้กระแสไฟฟ้าทำให้โลหะเปลี่ยนแปลงขนาด
 - ข. การให้กระแสไฟฟ้าป้องกันการกัดกร่อน
 - ค. การทำให้โลหะชนิดหนึ่งไปเคลือบโลหะอีกชนิดหนึ่ง โดยวิธีทางไฟฟ้าและเคมี
 - ง. การใช้กระแสไฟฟ้าทำให้ชิ้นงานหลอมเหลว
2. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบเป็นกระแสไฟฟ้าชนิดใด
 - ก. กระแสสลับ
 - ข. กระแสตรง
 - ค. ไฟฟ้าแรงสูง
 - ง. ไฟฟ้าสถิตย์
3. ชิ้นงานที่จะทำการชุบจะต่อเข้ากับขั้วใด
 - ก. ขั้วลบ
 - ข. ขั้วบวก
 - ค. ขั้วไหนก็ได้
 - ง. ขั้วกลาง
4. กฎข้อที่ 1 ของฟาราเดย์ กล่าวถึงข้อใด
 - ก. น้ำหนักของอ็อนกับน้ำยาชุบ
 - ข. น้ำหนักของอ็อนกับชนิดของโลหะ
 - ค. น้ำหนักของอ็อนกับระยะเวลาที่ชุบ
 - ง. น้ำหนักของอ็อนกับปริมาณของไฟฟ้า
5. กฎข้อที่ 2 ของฟาราเดย์ทำให้ทราบถึงข้อใด
 - ก. คุณสมบัติในการแยกสลายของโลหะ
 - ข. คุณสมบัติของบสารเคมี
 - ค. คุณสมบัติของตัวล่อ
 - ง. คุณสมบัติของกระแสไฟฟ้า

6. เพราะเหตุใดจึงใช้โลหะทองแดงในการชุบรองพื้นชั้นแรก
- เกาะผิวงานได้แน่น
 - ราคาถูก
 - ผิวงานละเอียด
 - ถูกทุกข้อ
7. อุณหภูมิของน้ำยาที่ใช้การชุบประมาณกี่องศาเซลเซียส
- 40
 - 50
 - 60
 - 70
8. คุณสมบัติของคอปเปอร์ไซยาไนด์ คือข้อใด
- ช่วยให้ไอออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาดขึ้น
9. คุณสมบัติของโซเดียมไซยาไนด์ คือข้อใด
- ช่วยให้ไอออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาด
10. คุณสมบัติของโซเดียมไฮดรอกไซด์ คือ ข้อใด
- ช่วยให้ไอออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาด
11. อ่างบรรจุน้ำยาทำจากวัสดุชนิดใด
- ทองแดง
 - สังกะสี
 - พลาสติก
 - อลูมิเนียม

12. น้ำสะอาดที่ใช้ในการชุบน้ำที่อะไร
- ก. ล้างอ่างบรรจุน้ำยา
 - ข. ล้างชิ้นงาน
 - ค. ล้างโต๊ะงาน
 - ง. ล้างมือ
13. ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำยาสามารถตรวจสอบได้ด้วยอะไร
- ก. กระดาษ พี. เอช.
 - ข. อีทเตอร์
 - ค. เร็คติไฟเออร์
 - ง. เทอร์โมมิเตอร์
14. อุปกรณ์ในข้อใดที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้า
- ก. อีทเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. เร็คติไฟเออร์
15. อุปกรณ์ ที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าทำงานอย่างไร
- ก. แปลงจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง
 - ข. แปลงจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ
 - ค. แปลงจากไฟฟ้าแรงสูงเป็นกระแสสลับ
 - ง. แปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้าแรงสูง
16. โลหะชนิดใดใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าในการชุบ
- ก. เงิน
 - ข. ทองแดง
 - ค. อลูมิเนียม
 - ง. สังกะสี
17. โลหะชนิดใดใช้เป็นตัวล่อ
- ก. เงิน
 - ข. อลูมิเนียม
 - ค. สังกะสี
 - ง. ทองแดง

18. อุปกรณ์ในข้อใดใช้เพิ่มอุณหภูมิให้น้ำยาสูบ
 - ก. ฮีทเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. รีคตีไฟเออร์
19. อุปกรณ์ข้อใดใช้ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำยา
 - ก. ฮีทเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. รีคตีไฟเออร์
20. อุปกรณ์ในข้อใดไม่เข้าพวก
 - ก. เสื้อหนัง
 - ข. ถุงมือ
 - ค. กรองอากาศ
 - ง. รีคตีไฟเออร์
21. อุปกรณ์ในข้อใดที่ไม่สามารถป้องกันอันตรายในการสูบได้
 - ก. เสื้อหนัง
 - ข. ถุงมือหนัง
 - ค. รองเท้าแตะ
 - ง. อุปกรณ์กรองอากาศ
22. สายขั้วไฟฟ้า สัมพันธ์ กับอุปกรณ์ข้อใดที่สุด
 - ก. อ่างน้ำยา
 - ข. อ่างล้างชิ้นงาน
 - ค. กระจาย พี เอช
 - ง. รีคตีไฟเออร์
23. ถ้าทองแดงสกปรกจะทำความสะอาดอย่างไร
 - ก. ล้างด้วยน้ำ
 - ข. นำไปตากแดด
 - ค. ขัดด้วยกระดาษทราย
 - ง. ขัดด้วยตะไบ

24. ชิ้นงานที่จะนำมาจุ่มในน้ำยาชุบ ควรผูกด้วยวัสดุอะไร
- ก. ลวดทองแดง
 - ข. ลวดอลูมิเนียม
 - ค. เชือก
 - ง. สายไฟฟ้า
25. แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบ ควรผูกด้วยวัสดุอะไร
- ก. 0.1-0.25 โวลต์
 - ข. 0.5-1 โวลต์
 - ค. 0.75-4 โวลต์
 - ง. 1-2 โวลต์
26. ในขณะที่หยุดควรปล่อยชิ้นงานค้างไว้นานเท่าใด
- ก. 70 วินาที
 - ข. 80 วินาที
 - ค. 90 วินาที
 - ง. 100 วินาที
27. เหตุใดจึงต้องเลื่อนชิ้นงาน ไป-มา ในขณะที่ชุบ
- ก. ช่วยเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยา
 - ข. ช่วยป้องกันการเกิดรูพรุน
 - ค. ช่วยเร่งปฏิกิริยา
 - ง. ช่วยให้กระแสไฟฟ้าไหลเวียนได้ดี
28. การยกชิ้นงานขึ้นจากอ่างน้ำยาควรปฏิบัติอย่างไร
- ก. ยกอย่างเร็วและนำไปจุ่มน้ำสะอาด
 - ข. ยกอย่างเร็วนำไปวางบนได้งาน
 - ค. ยกอย่างช้าๆ ให้น้ำยาหยุดลงอ่างให้หมด
 - ง. ยกอย่างไรก็ได้
29. ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบคือข้อใด
- ก. 5-10 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ข. 10-20 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ค. 10-30 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ง. 10-60 แอมแปร์/ตารางฟุต

30. หลังจากจุ่มชิ้นงานเพื่อล้างน้ำสะอาดแล้วขั้นตอนสุดท้ายคือข้อใด
- ก. นำชิ้นงานไปตากลมให้แห้ง
 - ข. นำชิ้นงานไปขัดกระดาษทราย
 - ค. นำชิ้นงานไปพ่นสีทับ
 - ง. นำชิ้นงานไปล้างน้ำกรด 5%
-

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

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

แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

เรื่อง การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

คำสั่ง

1. แบบทดสอบมี 30 ข้อ ให้ทำทุกข้อๆ ละ 1 คะแนน
2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่เห็นว่าถูกที่สุด

1. อ่างบรรจุน้ำยาทำจากวัสดุชนิดใด
 - ก. ทองแดง
 - ข. สังกะสี
 - ค. พลาสติก
 - ง. อลูมิเนียม
2. น้ำสะอาดที่ใช้ในการชุบมีหน้าที่อะไร
 - ก. ล้างอ่างบรรจุน้ำยา
 - ข. ล้างชิ้นงาน
 - ค. ล้างโต๊ะงาน
 - ง. ล้างมือ
3. ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำยาสามารถตรวจสอบได้ด้วยอะไร
 - ก. กระดาษ พี. เอช.
 - ข. ฮีทเตอร์
 - ค. เร็คติไฟเออร์
 - ง. เทอร์โมมิเตอร์
4. อุปกรณ์ในข้อใดที่แปลงกระแสไฟฟ้า
 - ก. ฮีทเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. เร็คติไฟเออร์

5. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าทำงานอย่างไร
 - ก. แปลงจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง
 - ข. แปลงจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ
 - ค. แปลงจากไฟฟ้าแรงสูงเป็นกระแสสลับ
 - ง. แปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้าแรงสูง
6. โลหะชนิดใดใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าในการชูป
 - ก. เงิน
 - ข. ทองแดง
 - ค. อลูมิเนียม
 - ง. สังกะสี
7. โลหะชนิดใดใช้เป็นตัวล่อ
 - ก. เงิน
 - ข. อลูมิเนียม
 - ค. สังกะสี
 - ง. ทองแดง
8. อุปกรณ์ในข้อใดใช้เพิ่มอุณหภูมิให้น้ำยาชูป
 - ก. ฮีทเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. รีคตีไฟเออร์
9. อุปกรณ์ในข้อใดใช้ตรวจสอบอุณหภูมิในน้ำยา
 - ก. ฮีทเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. รีคตีไฟเออร์
10. อุปกรณ์ในข้อใดไม่เข้าพวก
 - ก. เสื้อหนัง
 - ข. ถุงมือ
 - ค. กรองอากาศ
 - ง. รีคตีไฟเออร์

11. การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า หมายถึงข้อใด
 - ก. การใช้กระแสไฟฟ้าทำให้โลหะเปลี่ยนแปลงขนาด
 - ข. การให้กระแสไฟฟ้าป้องกันการกัดกร่อน
 - ค. การทำให้โลหะชนิดหนึ่งไปเคลือบโลหะอีกชนิดหนึ่งโดยวิธีทางไฟฟ้าและเคมี
 - ง. การใช้กระแสไฟฟ้าทำให้ชิ้นงานหลอมเหลว
12. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบเป็นกระแสไฟฟ้าชนิดใด
 - ก. กระแสสลับ
 - ข. กระแสตรง
 - ค. ไฟฟ้าแรงสูง
 - ง. ไฟฟ้าสถิตย์
13. ชิ้นงานที่จะทำการชุบจะต่อเข้ากับขั้วใด
 - ก. ขั้วลบ
 - ข. ขั้วบวก
 - ค. ขั้วไหนก็ได้
 - ง. ขั้วกลาง
14. กฎข้อที่ 1 ของฟาราเดย์ กล่าวถึงข้อใด
 - ก. น้ำหนักของอ็อนกับน้ำยาชุบ
 - ข. น้ำหนักของอ็อนกับชนิดของโลหะ
 - ค. น้ำหนักของอ็อนกับระยะเวลาที่ชุบ
 - ง. น้ำหนักของอ็อนกับปริมาณของไฟฟ้า
15. กฎข้อที่ 2 ของฟาราเดย์ทำให้ทราบถึงข้อใด
 - ก. คุณสมบัติในการแยกสลายของโลหะ
 - ข. คุณสมบัติของบสารเคมี
 - ค. คุณสมบัติของตัวล่อ
 - ง. คุณสมบัติของกระแสไฟฟ้า
16. เพราะเหตุใดจึงใช้โลหะทองแดงในการชุบร่องพื้นชั้นแรก
 - ก. เกาะผิวงานได้แน่น
 - ข. ราคาถูก
 - ค. ผิวงานละเอียด
 - ง. ถูกทุกข้อ

17. อุณหภูมิของน้ำยาที่ใช้การชุบประมาณกี่องศาเซลเซียส
- ก. 40
 - ข. 50
 - ค. 60
 - ง. 70
18. คุณสมบัติของคอปเปอร์ไซยาไนด์ คือข้อใด
- ก. ช่วยให้ฮีออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ข. ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ค. ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ง. ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาดขึ้น
19. คุณสมบัติของโซเดียมไซยาไนด์ คือข้อใด
- ก. ช่วยให้ฮีออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ข. ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ค. ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ง. ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาด
20. คุณสมบัติของโซเดียมไฮดรอกไซด์ คือ ข้อใด
- ก. ช่วยให้ฮีออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ข. ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ค. ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ง. ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาด
21. อุปกรณ์ในข้อใดที่ไม่สามารถป้องกันอันตรายในการชุบได้
- ก. เสื้อหนัง
 - ข. ถุงมือหนัง
 - ค. รองเท้าแตะ
 - ง. อุปกรณ์กรองอากาศ
22. สายขั้วไฟฟ้า สัมพันธ์ กับอุปกรณ์ข้อใดที่สุด
- ก. อ่างน้ำยา
 - ข. อ่างล้างชิ้นงาน
 - ค. กระจาย พี เอช
 - ข. เร็คติไฟเออร์

23. ถ้าทองแดงสกปรกจะทำความสะอาดอย่างไร
- ก. ล้างด้วยน้ำ
 - ข. นำไปตากแดด
 - ค. ขัดด้วยกระดาษทราย
 - ง. ขัดด้วยตะไบ
24. ชิ้นงานที่จะนำมาจุ่มในน้ำยาชุบ ควรผูกด้วยวัสดุอะไร
- ก. ลวดทองแดง
 - ข. ลวดอลูมิเนียม
 - ค. เชือก
 - ง. สายไฟฟ้า
25. แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบ ควรใช้เท่าใด
- ก. 0.1-0.25 โวลต์
 - ข. 0.5-1 โวลต์
 - ค. 0.75-4 โวลต์
 - ง. 1-2 โวลต์
26. ในขณะที่หยุดควรปล่อยชิ้นงานค้างไว้นานเท่าใด
- ก. 70 วินาที
 - ข. 80 วินาที
 - ค. 90 วินาที
 - ง. 100 วินาที
27. เหตุใดจึงต้องเลื่อนชิ้นงาน ไป-มา ในขณะที่ชุบ
- ก. ช่วยเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยา
 - ข. ช่วยป้องกันการเกิดรูพรุน
 - ค. ช่วยเร่งปฏิกิริยา
 - ง. ช่วยให้กระแสไฟฟ้าไหลเวียนได้ดี
28. การยกชิ้นงานขึ้นจากอ่างน้ำยาควรปฏิบัติอย่างไร
- ก. ยกอย่างเร็วและนำไปจุ่มน้ำสะอาด
 - ข. ยกอย่างเร็วนำไปวางบนได้งาน
 - ค. ยกอย่างช้า ๆ ให้น้ำยาหยุดลงอ่างให้หมด
 - ง. ยกอย่างไรก็ได้

29. ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบคือข้อใด
- ก. 5-10 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ข. 10-20 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ค. 10-30 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ง. 10-60 แอมแปร์/ตารางฟุต
30. หลังจากจุ่มชิ้นงานเพื่อล้างน้ำสะอาดแล้วขั้นตอนสุดท้ายคือข้อใด
- ก. นำชิ้นงานไปตากลมให้แห้ง
 - ข. นำชิ้นงานไปขัดกระดาษทราย
 - ค. นำชิ้นงานไปพ่นสีทับ
 - ง. นำชิ้นงานไปล้างน้ำกรด 5%
-

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)

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

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพ

ตารางที่ จ.1 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนแบบฝึกหัด และทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของชุดการสอนแบบขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	แบบฝึกหัด	คะแนนทดสอบหลังเรียน
	30 คะแนน	30 คะแนน	30 คะแนน
(เก่ง)			
1	12	29	29
(ปานกลาง)			
2	8	26	25
(อ่อน)			
3	7	24	23
รวมเฉลี่ย	9	26.33	25.67
ร้อยละ	30	87.77	85.57

ตารางที่ จ.2 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด และทดสอบหลังเรียน
ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	แบบฝึกหัด	คะแนนทดสอบหลังเรียน
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 30 คะแนน
(กลุ่มคนเก่ง)			
1	12	28	27
2	9	29	28
3	11	29	28
(ปานกลาง)			
4	6	28	27
5	8	27	27
6	9	28	28
(กลุ่มอ่อน)			
7	6	28	27
8	6	27	26
9	10	27	26
เฉลี่ยรวม	8.56	27.89	27.11
ร้อยละ	28.53	92.97	90.37

ตารางที่ จ.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดและการทดสอบหลังเรียนใน
ชั้นทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนทดสอบเชิงปฏิบัติการ

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	แบบฝึกหัด	คะแนนทดสอบหลังเรียน
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 30 คะแนน
(กลุ่มเก่ง)			
1	8	30	30
2	11	26	25
3	10	27	27
4	12	27	29
5	8	28	29
6	14	28	27
7	13	30	29
8	12	29	28
9	10	29	29
10	14	28	27
(กลุ่มปานกลาง)			
11	8	27	27
12	11	26	27
13	9	29	28
14	11	29	29
15	8	28	27
16	6	27	26
17	6	27	27
18	11	29	28
19	8	28	29
20	9	28	27

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	แบบฝึกหัด	คะแนนทดสอบหลังเรียน
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 30 คะแนน
(กลุ่มอ่อน)			
21	8	27	27
22	8	24	25
23	12	27	26
24	9	25	25
25	7	24	24
26	6	24	24
27	6	24	23
28	9	27	26
29	9	25	25
30	7	24	24
เฉลี่ยรวม	9.47	27.03	26.80
ร้อยละ	31.57	90.10	89.33

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

ตารางที่ จ.4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	การวิเคราะห์ข้อสอบ				ข้อที่	การวิเคราะห์ข้อสอบ			
	ค่า P	R _U	R _I	ค่า D		ค่า P	R _U	R _I	ค่า D
1	0.67	24	5	0.63	16	0.40	20	6	0.45
2	0.40	20	6	0.45	17	0.67	19	8	0.36
3	0.50	18	7	0.36	18	0.57	22	8	0.45
4	0.52	20	10	0.40	19	0.70	19	8	0.36
5	0.72	22	8	0.45	20	0.55	22	10	0.40
6	0.50	20	9	0.36	21	0.67	21	7	0.45
7	0.65	25	6	0.63	22	0.40	21	10	0.36
8	0.47	23	7	0.54	23	0.50	25	6	0.63
9	0.75	26	7	0.63	24	0.52	23	8	0.50
10	0.37	20	5	0.50	25	0.72	22	6	0.54
11	0.45	17	6	0.36	26	0.50	25	6	0.63
12	0.67	20	4	0.54	27	0.75	24	5	0.63
13	0.52	19	5	0.45	28	0.37	19	5	0.45
14	0.47	24	5	0.63	29	0.52	20	9	0.36
15	0.37	20	6	0.45	30	0.47	23	10	0.45

ผลการเรียนด้วยชุดการสอนเชิงปฏิบัติการเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะ ด้วยทองแดง

ตารางที่ จ.5 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด และทดสอบหลังเรียนของ
เรียนกลุ่มเก่งที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	การทดสอบ	Pretest (30)	Pretest (%)	Exercise (30)	Exercise (%)	Posttest (30)	Posttest (%)
1	(แบบหนึ่งค่อหนึ่ง)	12	40	29	96.66	29	96.66
1	(แบบกลุ่มย่อย)	12	40	28	93.33	27	90
2		9	30	29	96.66	28	93.33
3		11	36.66	29	96.66	28	93.33
1	(แบบเชิงปฏิบัติการ)	8	26.66	30	100	30	100
2		11	36.66	26	86.66	25	83.33
3		10	33.33	27	90	27	90
4		12	40	27	90	29	96.66
5		12	40	28	93.33	29	96.66
6		14	46.66	28	93.33	27	90
7		13	43.33	30	100	29	96.66
8		12	40	29	96.66	28	93.33
9		10	33.33	29	96.66	29	96.66
10		14	46.66	28	93.33	27	90

ผลการเรียนด้วยชุดการสอน

ตารางที่ จ.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด และการทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนกลุ่มปานกลางที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	การทดสอบ	Pretest (30)	Pretest (%)	Exercise (30)	Exercise (%)	Posttest (30)	Posttest (%)
1	(แบบหนึ่งต่อหนึ่ง)	8	26.66	26	86.66	25	83.33
1	(แบบกลุ่มย่อย)	6	20	28	93.33	27	90
2		8	26.66	27	90	27	90
3		9	30	28	93.33	28	93.33
1	(แบบเชิงปฏิบัติการ)	8	26.66	27	90	27	90
2		11	36.66	26	86.66	27	90
3		9	30	29	96.66	28	93.33
4		11	36.66	29	96.66	29	96.66
5		8	26.66	28	93.33	27	90
6		6	20	27	90	26	86.66
7		6	20	27	90	27	90
8		11	36.66	29	96.66	28	93.33
9		8	26.66	28	93.33	29	96.66
10		9	30	28	93.33	27	90

ผลการเรียนด้วยชุดการสอน

ตารางที่ จ.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด และการทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนกลุ่มอ่อนที่ได้จากสุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	การทดสอบ	Pretest (30)	Pretest (%)	Exercise (30)	Exercise (%)	Posttest (30)	Posttest (%)
1	(แบบหนึ่งต่อหนึ่ง)	7	23.33	24	80	23	76.66
1	(แบบกลุ่มย่อย)	6	20	28	93.33	27	90
2		6	20	27	90	26	86.66
3		10	33.33	27	90	26	86.66
1	(แบบเชิงปฏิบัติการ)	8	26.66	27	90	27	90
2		8	26.66	24	80	25	83.33
3		12	40	27	90	26	86.66
4		9	30	25	83.33	25	83.33
5		7	23.33	24	80	24	80
6		6	20	24	80	24	80
7		6	20	24	80	23	76.66
8		9	30	27	90	26	86.66
9		9	30	25	83.33	25	83.33
10		7	23.33	24	80	24	80

ตารางที่ จ.8 แสดงคะแนนเฉลี่ยและค่าร้อยละของการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียน

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	30 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ	30 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
(กลุ่มเก่ง)				
1	8	26.66	30	100
2	11	36.66	25	83.33
3	10	33.33	27	90
4	12	40	29	96.66
5	12	40	29	96.66
6	14	46.66	27	90
7	13	43.33	29	96.66
8	12	40	28	93.33
9	10	33.33	29	96.66
10	14	46.66	27	90
เฉลี่ยรวม	11.60	38.66	28	93.33
(กลุ่มปานกลาง)				
11	8	26.66	27	90
12	11	36.66	27	90
13	9	30	28	93.33
14	11	36.66	29	96.66
15	8	26.66	27	90
16	6	20	26	86.66
17	6	20	27	90
18	11	36.66	28	93.33
19	8	26.66	29	96.66
20	9	30	27	90
เฉลี่ยรวม	8.70	29	27.50	91.66
(กลุ่มอ่อน)				
21	8	26.66	27	90
22	8	26.66	25	83.33
23	12	40	26	86.66
24	9	30	25	83.33
25	7	23.33	24	80
26	6	20	24	80

ตารางที่ จ.8 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	30 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ	30 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
27	6	20	23	76.66
28	9	30	26	86.66
29	9	30	25	83.33
30	7	23.33	24	80
เฉลี่ยรวม	8.10	27	24.90	83
เฉลี่ยทั้งหมด	9.47	31.57	26.80	89.33

ตารางที่ จ.9 แสดงการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ของการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียน

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	30 คะแนน	ค่ากำลังสอง	30 คะแนน	ค่ากำลังสอง
(กลุ่มเก่ง)				
1	8	64	30	900
2	11	121	25	625
3	10	100	27	729
4	12	144	29	841
5	12	144	29	841
6	14	196	27	729
7	13	169	29	841
8	12	144	28	784
9	10	100	29	841
10	14	196	27	729
(กลุ่มปานกลาง)				
11	8	64	27	729
12	11	121	27	729
13	9	81	28	784
14	11	121	29	841
15	8	64	27	729
16	6	36	26	676
17	6	36	27	729
18	11	121	28	784
19	8	64	29	841
20	9	81	27	729
(กลุ่มอ่อน)				
21	8	64	27	729
22	8	64	25	625
23	12	144	26	676
24	9	81	25	625
25	7	49	24	576
26	6	36	24	576

ตารางที่ จ.9 (ต่อ)

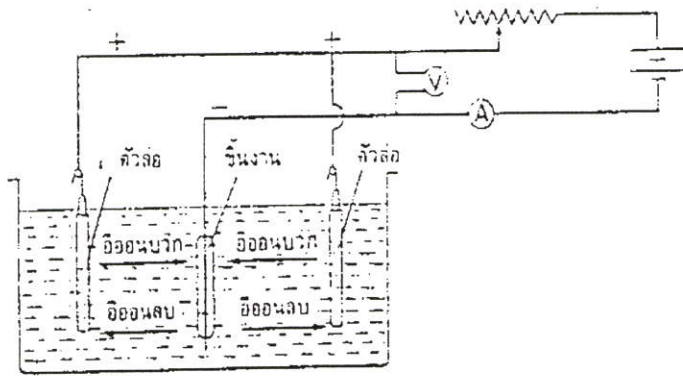
คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	30 คะแนน	ค่ายกกำลังสอง	30 คะแนน	ค่ายกกำลังสอง
27	6	36	23	529
28	9	81	26	676
29	9	81	25	625
30	7	49	24	576
ผลรวม	284	2,852	804	21,644

ภาคผนวก ฉ
หลักการชูปทองแดง

หลักการชุบทองแดง

1. หลักการเบื้องต้นของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า คือการทำให้โลหะไปเคลือบเกาะบนโลหะอีกชนิดหนึ่งโดยกรรมวิธีเคมี-ไฟฟ้าโดยจุ่มชิ้นงานที่ทำการชุบลงในน้ำยาชุบ แล้วต่อเข้ากับขั้วลบของกระแสไฟฟ้าตรง (D.C.Current) คือกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Rectifier) ซึ่งเรียกว่าขั้วลบ (Cathode) และมีตัวล่อหรือขั้วบวก (Anode) ต่อเข้ากับขั้วบวกของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า เมื่อไฟฟ้าครบวงจรก็จะเกิดการเกาะจับของโลหะที่ขั้วลบ (ชิ้นงาน)



ภาพที่ ๑.1 หลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

1.1 น้ำยาชุบโลหะ (Electrolytes)

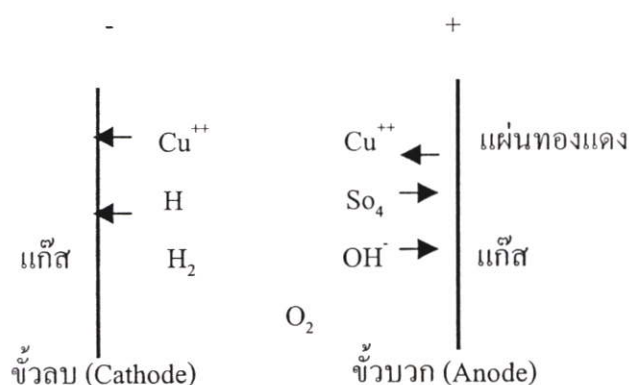
จากการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ ได้พบว่าตัวนำไฟฟ้าแบ่งได้เป็นสองพวก คือ พวกที่หนึ่ง เป็นตัวนำไฟฟ้าโดยตัวเองไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเป็นแต่เพียงสะพานเพื่อให้ไฟฟ้าผ่านได้เท่านั้น เช่น โลหะต่าง ๆ และแกรไฟต์ ผงบรอนซ์ เป็นต้น

พวกที่สอง เป็นตัวนำไฟฟ้าโดยตัวเองแยกสลายออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวของมันเช่น น้ำเจือกรด และสารละลายของเกลือต่าง ๆ เป็นต้น ตัวนำไฟฟ้าพวกหลังนี้ในทางวิทยาศาสตร์ใช้ชื่อว่า อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytes) ไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญของโลกได้ตั้งชื่อนี้ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1832-1833 ตัวนำไฟฟ้าพวกที่สองนี้เองที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าโดยตรง

เมื่อเราผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารละลายของอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้แผ่นปลาทินัมเป็นขั้วอิเล็กโทรด อนุภาคเล็กๆอีกพวกหนึ่งของอิเล็กโทรไลต์จะวิ่งไปยังแอโนด (Anode) หรือขั้วบวกอนุภาคเล็ก ๆ อีกพวกหนึ่งของอิเล็กโทรไลต์จะวิ่งไปยังแคโทด (Cathode) หรือขั้วลบอนุภาคเล็ก ๆ

ของอิเล็กโตรไลต์ที่วิ่งไปยังขั้วบวก หรือขั้วลบดังกล่าวแล้วนั้นเรียกว่า ไอออน (Ions) แต่ละไอออนจะมีประจุไฟฟ้าประจำตัวทุกตัว ไอออนที่วิ่งไปยังขั้วบวกเรียกว่า แอนไอออน (Anions) จะมีประจุไฟฟ้าลบ (-) ประจำตัว ไอออนที่วิ่งไปยังขั้วลบเรียกว่า แคทไอออน (cathions) จะมีประจุไฟฟ้าบวก (+) ประจำตัว ขณะที่เกิดการแยกสลายดังกล่าวในสารละลายนั้นเรามองไม่เห็นปฏิกิริยาใด ๆ เกิดขึ้นในสารละลายนั้นเลย แต่จะไปเห็นปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่ขั้วลบหรือขั้วบวก ตัวอย่างเช่นในสารละลายของอิเล็กโตรไลต์บางชนิด ที่ใช้แผ่นปลาคินัมเป็นขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อต่อแผ่นขั้วทั้งสองเข้ากับแบตเตอรี่ให้ครบวงจรจะปรากฏว่ามีฟองแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นที่ขั้วบวก และมีฟองแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นที่ขั้วลบเป็นต้น

ตัวอย่างการแยกสลายของน้ำยาสารละลายของคอปเปอร์ซัลเฟต เมื่อเอาสารละลายของคอปเปอร์ซัลเฟตมาทำการแยกสลายด้วยไฟฟ้าใช้แผ่นปลาคินัมเป็นขั้วลบ โดยต่อเข้ากับขั้วลบแบตเตอรี่ใช้แผ่นทองแดงบริสุทธิ์เป็นขั้วบวก โดยต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้



คอปเปอร์ซัลเฟตที่มีอยู่ในน้ำยาจะแยกสลายออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ 2 ส่วนคือ อนุภาคคอปเปอร์ (Cu^{++}) มีประจุไฟฟ้าบวก (+) ประจำตัว และซัลเฟต (SO_4^{--}) มีประจุไฟฟ้าลบ (-) ประจำตัว เมื่อต่อกระแสไฟฟ้าให้ครบวงจรอนุภาคเล็ก ๆ ทองแดงจะวิ่งไปหาปลาคินัม (ขั้วลบ) เกาะติดเป็นผงสีแดงอยู่บนแผ่นปลาคินัม ส่วนอนุภาคเล็ก ๆ ซัลเฟตจะวิ่งไปหาแผ่นทองแดง (ขั้วบวก) ทำปฏิกิริยากับทองแดงเป็นเหตุให้ทองแดงละลายเป็นคอปเปอร์ซัลเฟต แทนที่คอปเปอร์ซัลเฟตตัวก่อนที่หมดไป คอปเปอร์ซัลเฟตตัวหลังนี้จะแยกสลายออกเป็น 2 ส่วนอีกคืออนุภาคคอปเปอร์ (Cu^{++}) และอนุภาคซัลเฟต (SO_4^{--}) อนุภาคคอปเปอร์จะวิ่งไปเกาะติดอยู่ที่ขั้วลบ อนุภาคซัลเฟตวิ่งไปที่ขั้วบวกทำปฏิกิริยากับขั้วบวกกลายเป็นคอปเปอร์ซัลเฟตขึ้นมาแทนที่อีก ปฏิกิริยาจะเกิดหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไปตราบที่ยังคงต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จากการค้นพบกฎเกณฑ์อันนี้ เราจึงนำเอามาใช้ให้เป็นประโยชน์ในทางชุบเคลือบผิวโลหะ (Electro Plating) และการแยกโลหะให้บริสุทธิ์ (Refinery) เช่นถ้าเรามีทองแดงไม่บริสุทธิ์อยู่เราก็เอาทองแดงนี้ไปทำเป็นขั้วบวกแล้วจุ่มในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) เมื่อไฟฟ้าไหลผ่านครบวงจรทองแดงบริสุทธิ์จะไปเกาะติดบนขั้วลบ ซึ่งเราก็จะได้ทองแดงบริสุทธิ์ตามต้องการ

1.2 กฎของฟาราเดย์

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยทางแคโทดและแอโนดโลหะจะละลายจากแอโนดหรือมีออกซิเจนเกิดขึ้นที่แอโนด และจะได้โลหะเกาะจับที่แคโทดหรือมีไฮโดรเจนเกิดขึ้นที่แคโทด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมากหรือน้อยมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสารละลาย และระยะเวลาของการปล่อยให้กระแสผ่าน ไม่เกิด ฟาราเดย์ ได้ตั้งกฎความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสอง, ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ และระยะเวลาที่ให้กระแสไหลผ่านไว้ดังนี้

กฎข้อที่หนึ่ง น้ำหนักของไอออนที่ถูกปล่อยให้เป็นอิสระโดยกระแสไฟฟ้าย่อมเป็นส่วนโดยตรงกับปริมาณของไฟฟ้าที่ใช้

กฎข้อที่สอง น้ำหนักของไอออนชนิดต่าง ๆ ที่ถูกปล่อยให้เป็นอิสระโดยปริมาณไฟฟ้าเท่า ๆ กันย่อมเป็นส่วนโดยตรงกับสมมูลเคมีของไอออนเหล่านั้น

จากกฎข้อที่ 1 เราสามารถนำมาใช้ในการหุบโลหะได้ ก็ถ้าเราต้องการให้โลหะมาเกาะจับมีความหนาจำนวนหนึ่ง เราอาจจะทำได้ 2 วิธีคือ ใช้กระแสไฟฟ้าน้อย ๆ แล้วใช้เวลานาน ๆ หรือเราอาจจะใช้กระแสไฟฟ้ามาก ๆ แต่ใช้เวลาสั้น ๆ ก็จะได้โลหะไปเกาะจับที่แคโทดมีปริมาณเท่ากัน

จากกฎข้อที่สองเราทราบได้ว่า โลหะแต่ละชนิดมีคุณสมบัติการแยกสลายไม่เหมือนกัน กล่าวคือในปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เท่า ๆ กัน โลหะแต่ละชนิดจะแยกสลายออกมามีปริมาณไม่เท่ากัน โลหะบางชนิดจะแยกสลายออกมาน้อย โลหะบางชนิดจะแยกสลายออกมามาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติประจำตัวของโลหะนั้น ๆ

1.3 ประสิทธิภาพของขั้วลบและขั้วบวก

ตามกฎของฟาราเดย์ข้อที่หนึ่ง ในน้ำยาหุบโลหะนิเกิลถ้ากระแสไฟฟ้าจำนวน 1 ฟาราเดย์ (96,500 คูลอมป์) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.8 แอมแปร์ ไหลผ่านสารละลายนิเกิลเป็นเวลา 1 ชั่วโมงตามทฤษฎีควรจะได้โลหะนิเกิลเกาะที่แคโทดมีน้ำหนัก 29.35 กรัม แต่จากการทดลองจริง ๆ ผลปรากฏว่าได้โลหะนิเกิลเกาะที่แคโทดเพียง 27.9 กรัมเท่านั้น จากการทดสอบจึงพบว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปน้ำยาหุบนิกเกิลไม่ได้ใช้สิ้นเปลืองไปในการแยกสลายให้นิกเกิลไปเกาะที่แคโทดแต่อย่างเดียว หากแต่ยังต้องสิ้นเปลืองไปกับการแยกสลายสิ่งอื่น ๆ ที่มีอยู่ในน้ำยาอีก เช่น แก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น ถ้าเรานำเอาน้ำหนักของนิเกิลที่ไปเกาะที่ขั้วลบอย่างแท้จริงมาเปรียบเทียบกับน้ำหนักของนิเกิลที่ควรจะไปเกาะที่ขั้วลบตามทฤษฎี ก็จะสามารถทราบ “ประสิทธิภาพของขั้วลบ” ได้

ตัวอย่าง

น้ำหนักของนิเกิลที่ไปเกาะที่ขั้วลบอย่างแท้จริง	27.9 กรัม
น้ำหนักของนิเกิลที่ควรจะไปเกาะที่ขั้วลบ	29.35 กรัม

$$\text{ประสิทธิภาพของขั้วลบ} = \frac{27.9}{29.35} \times 100 = 95 \%$$

นั่นคือปริมาณของกระแสไฟฟ้า 26.8 แอมแปร์ที่ไหลผ่านน้ำยาชุบ โลหะนิเกิลเป็นเวลา 1 ชั่วโมงจะมีกระแสเพียง 95% เท่านั้นที่ใช้สิ้นเปลืองไปในการแยกสลายให้โลหะไปเกาะที่ขั้วลบ ส่วนอีก 5% จะเป็นปริมาณกระแสที่สูญเสียไปกับการแยกสลายของก๊าซไฮโดรเจน เราจึงเรียกว่า นิเกิลมีประสิทธิภาพของขั้วลบ 95%

ประสิทธิภาพของขั้วลบของน้ำยาชนิดต่างๆ จะแตกต่างกันออกไป เช่นน้ำยาชุบโครเมียม จะมีประสิทธิภาพต่ำมาก คือประมาณ 10-25% เท่านั้นเอง น้ำยาชุบเงินมีประสิทธิภาพขั้วลบสูงมาก คือเกือบ 100% เต็ม และน้ำยาชุบดีบุก (Tin Plating) ประสิทธิภาพของขั้วลบจะประมาณ 50 ถึง 75% ดังนี้ เป็นต้น

ที่แอนโอดกระแสไฟฟ้าที่ไปช่วยให้แอนโอดละลายก็ไม่ได้ใช้ให้หมดไปในการละลายแอนโอดแต่อย่างเดียว กระแสไฟฟ้าต้องสูญเสียไปกับสิ่งอื่น ๆ อีก เช่น ต้องเอาชนะความต้านทานที่เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาเคมี มีลักษณะเป็นเข็บบาง ๆ รอบ ๆ แท่งแอนโอด, ต้องสูญเสียไปกับการละลายสิ่งเจือปนอื่น ๆ ที่มีผสมอยู่ในแอนโอด ฯลฯ เป็นต้น

จากการสูญเสียดังกล่าวจึงต้องคำนวณประสิทธิภาพแอนโอดด้วย แต่วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของแอนโอดเขามักจะคำนวณ โดยเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของแคโทดหรือคำนวณโดยวิธีเดียวกันกับการหาประสิทธิภาพของขั้วลบในการประกอบการชุบโลหะโดยทั่ว ๆ ไป ถ้าประสิทธิภาพของแคโทดและแอนโอดต่างก็มีประสิทธิภาพดีเลิศคือ 100% เท่ากัน นั่นคือมีโลหะไปเกาะที่แคโทดเท่าใดที่แอนโอดก็ต้องมีโลหะละลายลงไปในน้ำยามีจำนวนเท่ากัน ถ้าน้ำยาชุบใดๆ เป็นเช่นนี้ก็จะ มีลักษณะดีเลิศ ไม่มีปัญหายุ่งยากใด ๆ จะต้องแก้ไขเลย แต่น้ำยาชุบโลหะทุกชนิดไม่มีลักษณะเช่นนั้น น้ำยาทุกชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก ประสิทธิภาพของขั้วบวกและขั้วลบหรือกล่าวโดยง่าย การละลายของขั้วบวกและการเกาะจับของโลหะที่ขั้วลบจะแตกต่างกันอยู่ตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้เองน้ำยาชุบโลหะแต่ละชนิดจึงจำเป็นต้องประกอบด้วยตัวยาหลาย ๆ อย่าง เพื่อให้ตัวยาเหล่านั้นทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่นตัวที่ 1 มีหน้าที่ปล่อยโลหะออกมา, ตัวที่ 2 มีหน้าที่ช่วยให้แอนโอดละลายสม่ำเสมอ ช่วยเป็นสื่อไฟฟ้า, ตัวที่ 3 มีหน้าที่ช่วยควบคุมไม่ให้น้ำยาเป็นกรดมากเกินไปหรือเป็นด่างมากเกินไป ฯลฯ ดังนี้ เป็นต้น ทั้งนี้โดยมีจุดมุ่งหมายให้ขั้วบวกและขั้วลบมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้นั่นเอง

น้ำยาแต่ละชนิดประกอบด้วยตัวยาแตกต่างกันออกไป ซึ่งตัวยาแต่ละชนิดจะมีหน้าที่และคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป

1.4 ค่าของ พีเอช (PH values)

หนึ่งโมเลกุลของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอมและออกซิเจน 1 อะตอมสูตรโมเลกุลของน้ำคือ H_2O น้ำบริสุทธิ์เมื่อมีการแตกแยกจะได้ไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกซิลไอออนดังสมการ $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$

ในน้ำบริสุทธิ์ค่าของไฮโดรเจนไอออนและค่าของไฮดรอกซิลไอออน จะมีค่าเท่ากันในสภาพเช่นนี้น้ำนั้นจะมีสภาพเป็นกลาง คือไม่เป็นกรดหรือด่าง แต่ถ้าในน้ำใดมีไฮโดรเจนไอออนมากกว่าไฮดรอกซิลไอออน น้ำนั้นจะมีสภาพเป็นกรด และในทางตรงกันข้ามถ้าในน้ำใดมีไฮดรอกซิลไอออนมากกว่าไฮโดรเจนไอออนน้ำนั้นก็จะมีสภาพเป็นด่างในการวัดค่า พีเอช ของน้ำยาชุปถืดค่าพีเอช 7 เป็นค่าที่น้ำยามีสภาพเป็นกลาง ค่าพีเอชตั้งแต่ 7 ลงมาถึง 1 เป็นค่าที่น้ำยามีสภาพเป็นกรด ตั้งแต่ 7 ถึง 13 เป็นค่าที่น้ำยามีสภาพเป็นด่างค่า พี.เอช. วัดได้ด้วยกระดาษวัด พีเอช. หรือ พีเอช. มิเตอร์

ค่าของพีเอช.มีอิทธิพลต่อน้ำยาชุป โลหะมากกล่าวคือถ้าค่าของพีเอช.น้อย แสดงว่าน้ำยานั้นมีสภาพเป็นกรดมากเกินไปจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของชิ้นงานลดต่ำลง ถ้าค่าของพีเอช.มาก แสดงว่าน้ำยานั้นมีสภาพเป็นด่างมากเกินไปจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของตัวล่อลดต่ำลงเช่นเดียวกันด้วยเหตุนี้การควบคุมค่าของพีเอช. จึงสำคัญมากน้ำยาทุกชนิดจะมีค่าพีเอช.ที่เหมาะสม อยู่โดยเฉพาะที่ค่าหนึ่ง ฉะนั้นจึงควรพยายามควบคุมให้ค่าพีเอช. อยู่ในขอบเขตตามที่กำหนดให้ได้ น้ำยาชุปชนิดใดควรมีค่าพีเอช.เท่าใดจะทราบได้จากคู่มือการใช้น้ำยาชนิดนั้น ๆ

1.5 ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า (Current Density)

ความหนาแน่นของกระแสของขั้วลบ คือกระแสที่ช่วยให้เกิดการเคลือบผิวที่ขั้วลบปกติ มักจะใช้แอมแปร์ต่อตารางฟุต หรือแอมแปร์ต่อตารางเดซิเมตร การคำนวณหาพื้นที่ของชิ้นงานเป็นสิ่งจำเป็นมากเพื่อจะได้ทราบว่าชิ้นงานมีเนื้อที่เท่าใด จะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปเท่าใด เพราะน้ำยาชุปโลหะแต่ละชนิดใช้ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าไม่เหมือนกันและชิ้นงานที่ใช้ชุปก็มีขนาดเนื้อที่ต่างกัน ด้วยเหตุนี้กระแสและเนื้อที่จึงควรพิจารณาเป็นอันดับแรกเสมอก่อนที่จะจุ่มชิ้นงานลงในถังเพื่อทำการชุป

ในการชุบโลหะถ้ากวนน้ำยาโดยใช้เครื่องกวนหรือใช้ลมเป่าและเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยาขึ้นตามคู่มือกำหนดจะช่วยให้อาจใช้ความหนาแน่นของกระแสได้มากขึ้นซึ่งอาจจะทำให้ระยะเวลาของการชุบลดสั้นลงได้โดยได้ความหนาแน่นของผิวชุบที่เท่ากัน

1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของชิ้นงานและกำลังการเคลือบผิว

รูปร่างของชิ้นงานที่จะต้องทำการชุบเคลือบผิวนั้นมักมีรูปร่างต่าง ๆ กันออกไป เช่น กลมแบน โค้งงอ กลวง ฯลฯ รูปร่างต่างๆเหล่านี้จะชุบให้มีการเกาะจับหนาเท่ากันโดยตลอดทั่วชิ้นงานย่อมยากมาก

จากการศึกษาถึงธรรมชาติการเดินทางของกระแสในการชุบโลหะพบว่ากระแสเดินทางไปยังจุดที่ใกล้เคียงที่สุดอย่างหนาแน่นจุดที่ห่างออกไปจะมีกระแสเบาบางลงไป ด้วยเหตุที่การเดินทางของกระแสก็คือการเดินทางของแคโทดออกไปยังขั้วลบนั่นเอง ดังนั้นส่วนใดที่มีกระแสเดินไปหาอย่างหนาแน่นย่อมมีการเกาะจับหนามาก ส่วนที่มีกระแสเดินไปหาเบาบางก็จะมีเกาะจับบาง

สาเหตุของการเกาะจับของเนื้อโลหะหนาบ้างบางบ้างนี้มีหลายประการ แต่ที่สำคัญได้แก่

1. เนื่องมาจากระยะห่างระหว่างชิ้นงาน (Cathode) กับตัวล่อ (Anode) และความต้านทานของน้ำยา

2. เนื่องมาจากกำลังการเคลือบ (Throwing Power) ของน้ำยาไม่ดีพอ เช่น ชิ้นงานชุบที่มีลักษณะโค้ง งอ หรือ กลวง ถ้าน้ำยาชุบมีกำลังการเคลือบไม่ดีพอส่วนโค้งหรือลึก ๆ ลงไปจะไม่มีเกาะจับหรือจับบางๆ แต่ถ้าน้ำยาชุบที่มีกำลังการเคลือบดีจะเกาะจับได้อย่างทั่วถึงตลอดชิ้นงาน การแก้ไขข้อบกพร่องของน้ำยาชุบดังกล่าวอาจทำได้ดังนี้

1. ถ้าหากชิ้นงานอยู่ใกล้กับตัวล่อมากเกินไปจะทำให้ส่วนที่ใกล้มากที่สุด จะชุบพอกหนาหรืออาจเกิดรอยไหม้ขึ้นได้ การแก้ไขเอาสิ่งที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้ามากั้นทางเดินของกระแสไฟฟ้า ส่วนที่ใกล้ที่สุด จะช่วยให้ได้ความหนาเท่ากันดีขึ้น

2. ถ้าการเคลือบไม่ทั่วถึงเนื่องจากกำลังการเคลือบของน้ำยาไม่ดีพอการใช้ตัวล่อช่วยอีกอันหนึ่งจะช่วยให้การเคลือบดีขึ้น เช่นในการชุบโครเมียม ส่วนโค้งที่โครเมียมเข้าไม่ถึง ถ้าเราใช้ตัวล่อเข้าไปช่วยจะทำให้โครเมียมเข้าถึง

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการชุบโลหะ

2.1 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Rectifier)

เป็นอุปกรณ์สำคัญมาก เนื่องจากการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าต้องใช้กระแสไฟฟ้าชนิดกระแสตรง (D.C) ฉะนั้น Rectifier จึงต้องใช้เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C.) มาเป็นกระแสไฟฟ้าตรง ขนาดของ Rectifier ที่กำหนดในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้านั้นใช้ขนาดแรงเคลื่อนไม่เกิน 12 โวลต์ สำหรับกระแสไฟฟ้าจำนวนน้อยแค่ไหนก็ต้องขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนเนื้อที่ของชิ้นงานที่จะชุบแต่ละครั้งส่วนรายละเอียดของความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้านั้นได้ระบุไว้ในเรื่องการชุบแต่ละประเภท ซึ่งน้ำยาชุบแต่ละชนิดจะใช้กระแสไฟฟ้าไม่เท่ากันเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ สามารถใช้กับถึงชุบหลาย ๆ ถึงก็ได้ ถ้าหากมีแอมแปร์สูงพอ แต่ถ้าหากว่า Rectifier 1

โวลต์สามารถใช้กับถังชุบ 1 ถึงก็จะสะดวกในการควบคุมกระแสไฟฟ้าแต่ละถัง แต่ถ้าหากว่าจำเป็นต้องใช้กันหลาย ๆ ถังก็จะติดตั้งแผงควบคุมกระแสไฟฟ้าไว้แต่ละถัง เพื่อจะได้ควบคุมกระแสไฟฟ้าของแต่ละถัง

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามี่แบบระบายความร้อนด้วยลม (Air Cool) กับแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมัน (Oil Cool) และมีระบบใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ กับ 380 โวลต์ ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม แต่ถ้าหากเป็นอุตสาหกรรมเล็ก ๆ เช่นประเภทรับชุบของเล็ก ๆ น้อย ๆ ก็ใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ 220 โวลต์ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 10 แอมแปร์ จนถึงแอมแปร์มาก ๆ ตามต้องการ เครื่องขนาด 10 แอมแปร์ ใช้ชุบของเล็ก ๆ เช่น ชุบเครื่องประดับต่าง ๆ ใช้ชุบทอง, ชุบเงิน, ชุบนิเกิล-และชุบโครเมียม



ภาพที่ ฉ.2 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ 10 แอมแปร์

เครื่องขนาด 1500 แอมแปร์ ใช้กับโรงงานขนาดกลาง เช่น โรงงานชุบนิเกิล-โครเมียม เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้านี้มีทุกขนาดตั้งแต่ 10 แอมแปร์ขึ้นไป ผู้ใช้ต้องเลือกให้เหมาะกับงานที่จะใช้ ถ้างานใหญ่จะต้องใช้เครื่องแปลงไฟฟ้าตัวใหญ่ขึ้น

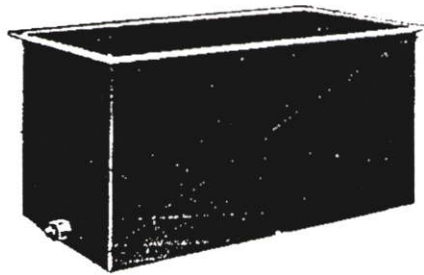
2.2 ถังบรรจุน้ำยาชุบ

โดยทั่ว ๆ ไปใช้ถังทำด้วยเหล็กและบุภายในถังด้วยวัสดุที่ทนต่อสภาพน้ำยาชุบที่เป็นกรด, ด่าง ถึงเหล็กธรรมดาที่ไม่ได้บุภายในถังจะต้องเชื่อมภายในและข้างนอกถัง เหล็กธรรมดาที่ใช้บรรจุน้ำยาที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เช่นน้ำยาทำความสะอาด น้ำยาไซยาไนด์เจือจาง น้ำยาทองแดงไซไนด์ ถึงบรรจุน้ำยาชุบมีหลายชนิดดังนี้

1. ถังโพลีทีน เหมาะในการใช้กับการกัดสนิมและน้ำยาชุบ
2. ถังไฟเบอร์กลาส ปัจจุบันมีการใช้กันอย่างกว้างขวาง เหมาะสำหรับน้ำล้าง,กรดเจือจาง แต่ไม่ขอแนะนำให้ใช้กับสารเคมีฤทธิ์ด่าง
3. ถังสแตนเลส (นิเกิล 18 เปอร์เซนต์ และโครเมียม 8 เปอร์เซนต์) สามารถใช้บรรจุกรดดินประสีว (HNO_3) และกรดที่มีออกซิเจนผสมอยู่เช่น กรดโครมิก (CrO_3) และกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ถังสแตนเลสไม่เหมาะที่จะใช้กับกรดเกลือ

4. ถังเหล็ก ภายใต้น้ำด้วย พี.วี.ซี. (polyvinyl chloride) สามารถบรรจุน้ำยาชุบได้ทุกชนิดที่ทำงานในอุณหภูมิที่ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ถังเหล็กภายใต้น้ำด้วยตะกั่ว เหมาะกับน้ำยาชุบโครเมียม

แต่ปัจจุบันมีวัสดุถึงชนิดใหม่คุณภาพดีกว่า พี.วี.ซี. คือไม่แตกง่าย และใช้งานได้ดีกว่า ลักษณะการใช้งานเหมือนกับ พี.วี.ซี. คือใช้ภายใต้น้ำเหมือนกัน ชื่อว่า เอ.พี.เอ. (Acrylic P.V.C. Alloy)



ภาพที่ ๓.3 ถังชุบโลหะ

2.3 ทางเดินของกระแสไฟฟ้า (BUSBAES)

ทางเดินของกระแสไฟฟ้าในที่นี้หมายถึงทางเดินของไฟฟ้าจาก Rectifier ไปยังถังชุบต่างๆ โดยทั่วไปแล้วใช้ทองแดงเส้นแบน และอลูมิเนียมเป็น BUSB

ตารางที่ ๓.1 แสดงทางเดินของกระแสไฟฟ้าจาก Rectifier ไปยังถังชุบ

ทองแดง		อลูมิเนียม		ความจุของกระแสเป็นแอมแปร์
นิ้ว	ม.ม	นิ้ว	ม.ม	
$1 \times \frac{1}{4}$	25x6	$1 \frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$	32x6	350
$1 \frac{2}{1} \times \frac{1}{4}$	38x6	$1 \frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$	38x8	500
$2 \times \frac{1}{4}$	51x6	$2 \times \frac{5}{16}$	51x8	750
$3 \times \frac{1}{4}$	76x6	$3 \times \frac{5}{16}$	76x8	1,000
$4 \times \frac{1}{4}$	102x6	$4 \times \frac{5}{16}$	102x8	1,250-1,500

2.4 เครื่องขัดถึงหมุน

ใช้ขัดชิ้นงานขนาดเล็ก ๆ ครั้งละจำนวนมาก ๆ โดยใช้ชิ้นงานที่จะขัดลงไปในถังภายในถังบรรจุหินขัดและยาขัด การทำงานถึงจะหมุนรอบตัวทำให้ชิ้นงานถูกขัดสีกับหินขัดทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ

2.5 แผงควบคุมกระแสไฟฟ้า (Resistance Board)

แผงควบคุมกระแสไฟฟ้าจะติดตั้งไว้ในตรงถึงชุบแต่ละถึงเพื่อจะได้ป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าถึงชุบตามที่ต้องการได้ และสามารถลดกระแสหรือเพิ่มกระแสได้ตามความต้องการ

2.6 เครื่องขัด (Polishing Machine)

เครื่องขัดแบบนี้ใช้มอเตอร์ขนาด 1 ถึง 5 แรงม้า มีล้อสำหรับขัดติดไว้ตรงแกน 2 ข้าง และมีล้อขัดซึ่งเลือกใช้ได้ตามต้องการ ที่ล้อขัดจะต้องเคลือบด้วยผงทราย (Emery) ซึ่งมีเบอร์ตั้งแต่หยาบจนถึงละเอียด

2.7 เครื่องกรองน้ำยา (Filter)

การกรองน้ำยาชุบ น้ำยาที่เป่าด้วยลมหรือทำงานที่มีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าสูง สิ่งสกปรกที่อยู่ในถังนั้นจะลอยตัววนเวียนระจัดกระจายอยู่ทั่วไปแทนที่จะนอนอยู่ก้นถังเพราะฉะนั้นการกรองน้ำยาจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะถ้าหากว่าปล่อยให้สิ่งสกปรกที่ลอยวนเวียนอยู่ในน้ำยามาเกาะที่ชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานหยาบ อันเนื่องมาจากสิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำยานั้นเอง ปกติเครื่องกรองที่ใช้กรองน้ำยาทุกชนิด เมื่อสั่งซื้อควรกำหนดด้วยว่าจะใช้กรองน้ำยาชนิดไหน และไม่ควรใช้เครื่องกรองเครื่องเดียวกันสำหรับกรองน้ำยาชุบทุกชนิด

ภายในเครื่องกรองมีไส้กรองสำหรับดูดซับเก็บสิ่งสกปรกต่างๆ และสามารถถอดไส้กรองออกล้างทำความสะอาดได้

2.8 เครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (Heater)

เครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้านี้หุ้มภายนอกด้วยโลหะ เช่นหุ้มด้วยสเตนเลส หุ้มด้วยดีตาเนียม และหุ้มด้วยซิลิกา ปกติเวลาใช้จะแขวนไว้ในถังให้อยู่ในแนวตั้งการติดตั้งเครื่องทำความร้อนในถังชุบที่บุด้วยยางหรือพลาสติกมีช่องว่างระหว่างถังพอเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ผนังได้รับความร้อนมากเกินไป

การที่จะทำให้เครื่องทำความร้อนน้อยไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการทำงานดีต้องหมั่นทำความสะอาดผิวให้สะอาดอยู่เสมอ

2.9 ปีมล

การกวนน้ำยาชุบด้วยลม ปกติใช้เครื่องอัดลมที่มีความดันต่ำโดยนำท่อทางเดินของลมวางอยู่ก้นถัง ปกติวางอยู่ตรงกับราวที่แขวนชิ้นงานลมที่นำไปใช้เป่ากวนน้ำยาจำเป็นจะต้องเป็นลมที่

ปราศจากน้ำมันหรือเศษผงปฏิกูล ถ้าสิ่งสกปรกเหล่านี้ตกลงไปปนอยู่ในน้ำยาชุบแล้ว จะเป็นเหตุทำให้การชุบไม่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ฉะนั้นจึงควรใช้เครื่องปั๊มลมที่ใช้น้ำหล่อลื่นเพราะเครื่องปั๊มลมชนิดนี้ ครึ่งล่างของท่อที่รับแรงอัดบรรจุด้วยน้ำ สิ่งสำคัญจะต้องทำการตรวจสอบระดับน้ำทุกวัน เพื่อรักษาระดับให้ถูกต้อง

2.10 แอมแปร์-ชั่วโมงมิเตอร์ (Ampere Hours)

ในขบวนการชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าจำนวนของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านประกอบกับเวลานั้นเป็นสิ่งสำคัญยิ่งดังเช่นตัวอย่างการเติมสารเคมีที่ช่วยในขบวนการชุบต่างๆ จำเป็นต้องคำนึงถึงหลักการใช้แอมแปร์ - ชั่วโมง หรือทราบจำนวนน้ำหนักทั้งหมดที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวนั้น

คุณสมบัติของความเงาในถังน้ำยาชุบนิเกิลเงา, แคดเมียม, สังกะสี, ทองแดง และน้ำยาชุบดีบุก ต้องทำการบำรุงรักษาด้วยการเติมน้ำยาเงาอย่างสม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับการทำงานของแอมแปร์ - ชั่วโมงมิเตอร์นี้เป็นตัวควบคุมหรือแสดงการทำงานของน้ำยาชุบเป็นแอมแปร์/ชั่วโมง

ซึ่งสามารถทำให้เรารักษาค่าความเข้มข้นของน้ำยาเงาได้อย่างเต็มที่ (อนันต์ ทองมอยุ. 2538 : 1-24)

3. การเตรียมผิวก่อนชุบ

3.1 การขัดชิ้นงานก่อนชุบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการขัดชิ้นงานมีดังนี้

1. ล้อขัด (polishing wheel)

ล้อขัดที่ใช้ในการขัด โลหะมีหลายอย่างเช่น ล้อหนัง ล้อชนิดนี้ใช้หนังมาเย็บเป็นล้อ ล้อผ้าอย่างแข็ง, ล้อผ้าอย่างอ่อน, ล้อแปรงลวดทองเหลือง, ล้อแปรงลวดเหล็ก, ล้อทำจากปอ, ล้อสักหลาด และล้อแปรงหางม้า

2. ผงทราย (Emery)

ผงทรายที่ใช้ในการขัด โลหะที่มีขนาดเป็นนัมเบอร์ตั้งแต่หยาบประมาณเบอร์ 60 จนถึงเบอร์ 380 แต่ที่กันมากเบอร์ 70-280

3. ยาขัด (polishing Compound)

ยาขัดโลหะนี้ทำจากไขสัตว์ และมีส่วนผสมที่เป็นตัวขัด ไขนี้ทำหน้าที่เป็นตัวขัดผงทรายให้รวมตัวเป็นก้อน และสามารถทำให้ผงทรายเกาะอยู่บนผิวของวงล้อและยังทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นในขณะที่ทำการขัดอีกด้วย ยาขัดส่วนมากจะทำเป็นแท่ง ซึ่งง่ายและสะดวกต่อการใช้กับล้อขัด เพื่อให้ได้ทั้งประสิทธิภาพและการประหยัด ยาขัดจะอ่อนตัวลงเมื่อถูกความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีของวงล้อ แต่จะต้องไม่อ่อนตัวมากเกินไปในขณะที่ทำการขัด เพราะจะเป็นการสิ้นเปลืองในการใช้ยาขัดมากเกินไป และควรหลีกเลี่ยงการใช้ยาขัดที่มีราคาถูก ๆ ที่มีส่วนผสมของทรายที่มี

คุณภาพไม่ดีพอ ซึ่งจะทำให้การขัดผิวงานไม่เป็นเงาดีพอ ยาชัดผู้ผลิตจะทำงานเป็นสีต่าง ๆ กัน มีสีขาว สีน้ำตาล สีเขียว และระบุด้วยว่าใช้ขัดโลหะอะไร (อนันต์ ทองมอย. 2538 : 27-28)

3.2 การทำความสะอาดชิ้นงานก่อนชุบด้วยไฟฟ้า

ความสะอาดของชิ้นงานเป็นสิ่งจำเป็นมากในการชุบ ถ้าหากชิ้นงานไม่ได้ผ่านการทำความสะอาดที่ถูกต้องแล้วอาจทำให้ผลการชุบออกมาไม่ได้ผลเท่าที่ควร ดังนั้นการทำความสะอาดอย่างหมจดจึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้ไม่สามารถจะกล่าวย้าให้มากกว่านี้ได้เพราะประสิทธิภาพ

ของงานชุบนั้นขึ้นอยู่กับกรดเคาะแน่นของเนื้อโลหะกับชิ้นงานที่ทำการชุบ การทำความสะอาดชิ้นงานแต่ละกรรมวิธีทำให้ผิวสะอาดเหมาะกับการชุบคือ การกำจัดไขมัน, น้ำมันและรอยเปรอะเปื้อนอื่น ๆ ที่ติดมาจากกรรมวิธีการผลิต เช่น การกลึง, ปัด, เครื่องอัด, หรือเครื่องขัดผิวออกหรือฟอง

การทำความสะอาดและกรรมวิธีของการเตรียมงานก่อนทำการชุบนั้นมีวิธีการหลายอย่างด้วยกันดังนี้

1) การล้างด้วยน้ำต่างร้อน (Soak Clean)

วิธีนี้เป็นการล้างขั้นแรก โดยงานที่ผ่านจากการขัดเตรียมผิวมาแล้ว ควรที่จะล้างด้วยน้ำร้อนเสียขั้นหนึ่งก่อน เพื่อให้ชิ้นงานสะอาดหมดจดในการล้างขั้นต่อไป ดังที่ใช้น้ำร้อนนั้นทำด้วยเหล็กหรือสแตนเลส ภายในติดตั้งเครื่องให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าและมีบ่าสำหรับล้นออกของฟองและสิ่งสกปรก เวลาเอางานออกจากถังฟองสกปรกที่ลอยอยู่บนผิวของน้ำยาจะไม่เกาะที่ผิวงาน น้ำยารชนิดนี้มีทั้งของสำเร็จโดยผสมกับน้ำใช้ได้ทันที แต่ถ้าหากจะผสมเองก็สามารถผสมได้ตามสูตรที่กำหนดไว้นี้ หรืออาจใช้ตัวยาล้างโลหะแบบสำเร็จรูป ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าน้ำยาชุบโลหะทั่วไป

น้ำยาล้างโลหะ

โซเดียมไฮดรอกไซด์	15	กรัม/ลิตร
ไตรโซเดียมฟอสเฟต	25	กรัม/ลิตร
โซเดียมคาร์บอเนต	25	กรัม/ลิตร
โซเดียมเมตาซิลิเกต	8	กรัม/ลิตร
อุณหภูมิ	60-70 ⁰ C	

2) การล้างด้วยไฟฟ้า (Electro Clean)

น้ำด่างที่ร้อนทุกชนิดจะมีปฏิกิริยากระทำความสะอาดต่อโลหะทุกชนิด เวลาที่ใช้ทำความสะอาดนั้นประกอบด้วยส่วนผสมของตัวยาล้างและชนิดของน้ำมันที่จะล้างด้วย การทำความสะอาดด้วยไฟฟ้าทำได้รวดเร็วกว่าการจุ่มล้างบางชนิดการทำความสะอาดด้วยไฟฟ้าคือปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่าน

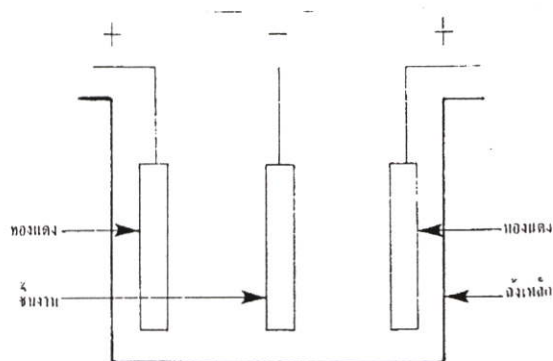
ลงไปใต้น้ำยาค้างที่ร้อนประมาณ 60-90 °C พร้อมทั้งชิ้นงานนั้นล้างได้ทั้งขั้วบวกและขั้วลบ การทำความสะอาดด้วยไฟฟ้านี้ไม่เหมาะต่อการใช้ทำความสะอาดงานครั้งละจำนวนมาก ๆ ส่วนผสมของน้ำยาใช้สูตรตามวิธีล้างด้วยค่างร้อนหรือใช้ด้วยสำเร็จรูปก็สะดวก ความหนาที่ใช้ในการล้างด้วยไฟฟ้านี้สำหรับงานทั่วไปใช้ประมาณ 5-10 แอมแปร์/ซม² เวลา 1-2 นาที ส่วนแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 4-6 โวลต์ การทำความสะอาดด้วยงานที่เป็นขั้วบวก ถ้าใช้แรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าสูงเกินกว่ากำหนด จะทำให้ผิวงานเกิดการรวมตัวกับออกซิเจนหรือผิวจะเปลี่ยนสีไป ถ้าผิวเกิดการรวมตัวกับออกซิเจนขอแนะนำให้ลดความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าลง

3) การทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิค

เป็นการทำความสะอาดด้วยระบบความถี่สั่นแรงของคลื่นอย่างสูงประโยชน์ของการทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิค ส่วนมากใช้กับงานที่เป็นผลิตภัณฑ์เล็ก ๆ เช่น ชิ้นส่วนของนาฬิกา เครื่องประดับรูปพรรณ แวนดา เพียงนำชิ้นงานแช่ในเครื่อง ชิ้นงานจะสะอาดดีมาก (อนันต์ ทองมอย. 2538 :38-40)

4) หลักการชุบทองแดง

ทองแดงมีประโยชน์ในการชุบเคลือบผิวชิ้นแรกๆของโลหะเดิมก่อนที่จะไปชุบอย่างอื่น เช่น ใช้ชุบบางงานที่มีรอยบัดกรีบนสังกะสีผสมก่อนที่จะไปชุบนิเกิลเพราะถ้าหากเอาชิ้นงานที่มีรอยบัดกรี หรืองานที่มีสังกะสีผสมอยู่ สังกะสีจะละลายในน้ำยานิเกิลทันที แต่ถ้าหากนำชิ้นงานไปชุบทองแดงแบบต่างก่อน แล้วไปชุบด้วยทองแดงแบบกรดและชุบด้วยนิเกิลตามลำดับ ก็จะทำให้ชิ้นงานนั้นแลดูสวยงามและทนทาน



ภาพที่ ๑.4 หลักการชุบทองแดง

สารละลายของการชุบทองแดงแบบต่างมีกำลังการเคลือบผิวดีมากและการเกาะจับผิวแน่น การชุบทองแดงแบบต่างนี้เหมาะสำหรับชุบรองพื้นชั้นแรก ก่อนที่จะเอาไปชุบในทองแดงแบบกรด และนิกเกิลเงา ในเมื่อโลหะที่จะชุบทองแดงนั้นไม่สามารถนำไปชุบในน้ำยาที่มีสภาพเป็นกรดได้ ดังนั้นจึงต้องนำชิ้นงานชุบในทองแดงแบบต่างก่อน แล้วจึงชุบในทองแดงแบบกรด (แบบเงา) หรือนิกเกิลเงา งานประเภทนี้คืองานที่ทำด้วยสังกะสีหล่อ (Zinc Diecasting) การชุบทองแดงแบบต่างแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. แบบสไตรค์ ส่วนผสมของน้ำยา

คอปเปอร์ไซยาไนด์	30	กรัม/ลิตร
โซเดียมไซยาไนด์	48	กรัม/ลิตร
โซเดียมคาร์บอเนต	15	กรัม/ลิตร
อุณหภูมิ	40 - 60	องศาเซนเซียส
ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า	10 - 30	แอมแปร์/ตารางฟุต
อัตราส่วนของขั้วบวกต่อขั้วลบ	3 : 1	
แรงเคลื่อนไฟฟ้า	6	โวลท์

2. แบบร็อกเชล ส่วนผสมของน้ำยา

คอปเปอร์ไซยาไนด์	25	กรัม/ลิตร
โซเดียมไซยาไนด์	35	กรัม/ลิตร
ร็อกเชล ซ็อล	45	กรัม/ลิตร
โซเดียมคาร์บอเนต	30	กรัม/ลิตร
ค่า pH	12.5	
อุณหภูมิ	50 - 60	องศาเซนเซียส
ค่าความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า	2 - 5	แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร

3. แบบมีประสิทธิภาพสูง ส่วนผสมของน้ำยา

คอปเปอร์ไซยาไนด์	75	กรัม/ลิตร
โซเดียมไซยาไนด์	93	กรัม/ลิตร
หรือ โปตัสเซียมไซยาไนด์	115	กรัม/ลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์	30	กรัม/ลิตร
อุณหภูมิ	60	องศาเซนเซียส
ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า	10 - 60	แอมแปร์/ตารางฟุต
แรงเคลื่อนไฟฟ้า	0.75 - 4	โวลท์

4.1 หน้าที่ของส่วนผสมในน้ำยาชุบ

4.1.1 โซเดียมหรือโปตัสเซียมไซยาไนด์

มีความสำคัญต่อน้ำยาชุบทองแดงมาก เป็นตัวช่วยนำกระแสไฟฟ้า ถ้าไซยาไนด์ในถังชุบน้อยกว่าที่กำหนด ผิวของขั้วบวกจะค่อย ๆ เป็นสีดำ และจะมีเยื่อบาง ๆ เป็นฉนวนจับอยู่ ทำให้ขั้วบวกไม่ทำงาน กรณีเช่นนี้จะต้องค่อย ๆ เติมไซยาไนด์ลงไป จนสังเกตเห็นขั้วบวกเป็นสีทองแดง

4.1.2 โซเดียมหรือโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์

เติมลงในถังที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อช่วยทำให้การนำไฟฟ้าสูง และเพื่อปรับกำลังการเคลือบผิวให้ดีขึ้นพร้อมกันนี้ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น

4.1.3 คาร์บอเนต

ช่วยควบคุมค่า pH ของน้ำยาไม่ให้เปลี่ยนแปลงได้ง่าย

ตารางที่ จ. 2 ปัญหาและการแก้ปัญหาในการชุบทองแดงต่าง

อาการ	สาเหตุ	การแก้ไข
1. การเกาะจับไม่แน่น พอง, หรือลอก	ก. ไซยาไนด์มากไป ข. มีไขมันเกาะที่ผิวหรือผิว ไม่สะอาด ค. ตัวล่อมีคราบสีเขียวเกาะ	ก. วิเคราะห์หาค่าไซยาไนด์ และลดไซยาไนด์โดย การเติมคอปเปอร์ไซยาไนด์ ข. วิเคราะห์หาค่าไซยาไนด์ และปรับค่าไซยาไนด์ ค. วิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ และเติมไซยาไนด์ที่ขาด
2. ผิวที่เคลือบแข็งมาก	ก. ความหนาแน่นของกระแส ไฟฟ้าต่ำเกินไป ข. ทองแดงในน้ำยาไม่อยู่ใน สภาพปกติ	ก. เพิ่มความหนาแน่นกระแส ไฟฟ้า ข. เติมคอปเปอร์ไซยาไนด์
3. ผิวที่เคลือบหยาบ เป็นเม็ดเล็กๆ และ คล้ำเป็นสีอิฐแดง	ก. ความหนาแน่นกระแส ไฟฟ้ามากเกินไป อาจ ทำให้ผิวเคลือบไหม้	ก. ลดแรงเคลื่อนไฟฟ้าอย่า ใช้ตัวล่อใหญ่มากขณะชุบ งานเล็กๆ

ตารางที่ ๑.๒ (ต่อ)

อาการ	สาเหตุ	การแก้ไข
4. น้่ายาสูบเป็นสีฟ้าอ่อนหรือขั้วบวมมีสารเคลือบเป็นสีเขียว	น้่ายาขาดไซยาไนด์	เพิ่มไซยาไนด์ที่ขาด หรืออย่างน้อย 5 กรัม/ลิตร
5. ผิวที่ซุบสีสวยดีแต่ขรุขระ	มีผลึกในน้่ายา	ตรวจหาค่าไซยาไนด์
6. น้่ายาขุ่น	ก. น้่ายาขาดไซยาไนด์เห็นได้จากมีสีเขียวเคลือบที่ตัวล่อ ข. มีสิ่งสกปรกอื่นๆ ปนในน้่ายา	ข. กรองน้่ายาให้สะอาด
7. น้่ายามีความหนาแน่นมากมีผลึกเกาะที่ตัวล่อและข้างถังขณะน้่ายาเย็น	อาการเช่นนี้โดยทั่วไปน้่ายามีคาร์บอนเดเพิ่มพูนมา	ดักเอาสิ่งสกปรกกันถังออกทิ้งไปแล้วเติมน้่าให้เท่าระดับเดิมและวิเคราะห์หาค่าของส่วนผสม
8. มีโลหะทองแดงเกาะที่ขั้วลบน้อยและมีแก๊สมากขณะซุบ	มีไซยาไนด์มากแต่ขาดทองแดง	หาค่าไซยาไนด์และลดไซยาไนด์ลงโดยเติมคอปเปอร์ไซยาไนด์
9. ตัวล่อสะอาดเป็นเงาและมองดูเป็นเกล็ด	ไซยาไนด์มากเกินไป	แก้ไขเหมือนกับข้อ 8 ขณะซุบซุบตัวล่อจะต้องเป็นสีน้ำตาลเข้ม และจะกลับเป็นสีแดงถ้าหากน้่ายาไม่ได้ทำงาน

ตารางที่ ๒ (ต่อ)

อาการ	สาเหตุ	การแก้ไข
10. ตัวล่อมีคราบ สีเขียวเกาะ	น้ำยาขาดโซยาไนต์	เติมโซเดียมโซยาไนต์
11. มีคราบดำเกาะ ที่ตัวล่อมือตัวล่อ เกิโพลาริเซชัน และลดประสิทธิภาพ การทำงาน	ถ้าน้ำยาเคยถูกกับโลหะตะกั่ว หรือเคยชุบตะกั่วผสม, ทำให้ ตะกั่วตกลงไปในถังฟิล์มสีดำก็ คือตะกั่วเปอร์ออกไซด์	เอาโลหะอื่นที่ตกอยู่ในถัง ออกหรือทางเลือกอีก ทางหนึ่งก็เติมโซเดียมซัลไฟด์ ลงไปใต้น้ำยา 0.3 กรัม/ลิตร ทำให้ตะกั่วกลายเป็น ตะกั่วซัลไฟด์ แล้วกรองออก
12. ชุบไม่ติด	ก. ขั้วต่อไฟฟ้าผิดพลาด ข. มีกรดโครมิกตกลงไปใน น้ำยาชุบ ค. ผิวงานกระด้าง ง. เกิดแก๊สมาก โดยเฉพาะ ถ้าเป็นเหล็กหล่อ หรือ ตะกั่ว หรือ ไม่มีโซยาไนต์ มากเกินไป	ก. แก้ไขระบบทางเดินไฟ ข. ยากแก่การแก้ไข ต้อง ผสมน้ำยาใหม่ ค. แก้ผิวกระด้างโดยการ ขัดงานใหม่หรือจุ่มในน้ำ กรดเพื่อกระตุ้นผิว ง. เติมคอปเปอร์ไนต์

ตารางที่ ๓.3 อัตราการเคลือบในการชุบทองแดงแบบต่าง ประสิทธิภาพของขั้วลบ 95%

ความหนาที่เคลือบ (นิ้ว)	น้ำหนักที่เคลือบ (ออนซ์/ตารางฟุต)	เวลาที่ใช้ในการชุบ (นาที) ความหนาแน่น ของกระแสไฟฟ้า (แอมป์/ตารางฟุต)			
		10	15	25	40
0.0001	0.074	5.6	3.7	2.2	1.4
0.0002	0.148	11.1	7.4	4.4	2.8
0.0003	0.222	16.7	11.1	6.7	4.2
0.0004	0.296	22.2	14.8	8.9	5.6
0.0005	0.370	27.8	18.6	11.1	7.0
0.0006	0.444	33.4	22.3	13.3	8.3
0.0007	0.518	38.9	26.0	15.5	9.7
0.0008	0.592	44.5	29.7	17.8	11.1
0.0009	0.666	50.0	33.4	20.0	12.5
0.0010	0.740	55.6	37.1	22.2	13.9

(อนันต์ ทองมอย, 2538 : 51-55)

จากเนื้อหาเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงผู้วิจัยได้กำหนดเป็นจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรมได้ 3 ข้อคือ

1. บอกทฤษฎีและประโยชน์ของการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้
2. บอกชนิดและหน้าที่ของเครื่องมือ, อุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้
3. บอกขั้นตอนการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้

ภาคผนวก ข
คู่มือนักศึกษา

คู่มือนักศึกษา

นักศึกษาที่จะนำชุดการสอนไปใช้ต้องทำความเข้าใจชุดการสอนนี้เป็นอย่างดี สำหรับชุดการสอนวิชาวัสดุช่างเรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงนี้ประกอบด้วยการแบ่งหัวข้อการสอนเป็น 3 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 เรื่องทฤษฎีงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า
- ตอนที่ 2 เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานชุบ
- ตอนที่ 3 เรื่องขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ข้อแนะนำในการเรียน

1. ผู้เรียนอ่านคำแนะนำก่อนการใช้ชุดการสอน
2. ผู้เรียนจะต้องเรียนชุดการสอนตามลำดับจากตอนที่ 1-3
3. ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนการเรียนชุดการสอน
4. หลังจากทีเรียนจบในแต่ละตอนผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
5. หลังจากเรียนจบทั้ง 3 ตอน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังจากเรียนเพื่อใช้ประเมินผลการเรียนด้วยชุดการสอน

ตอนที่ 1

เรื่อง ทฤษฎีการหุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

สื่อการเรียนการสอน ใบความรู้

ข้อแนะนำในการเรียน

1. ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาในตอนที่ 1 จากใบความรู้ที่จัดไว้
2. หลังจากศึกษาเนื้อหาเสร็จแล้วให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ตอนที่ 1
3. ให้ผู้เรียนตรวจคำตอบของแบบทดสอบจากเฉลย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

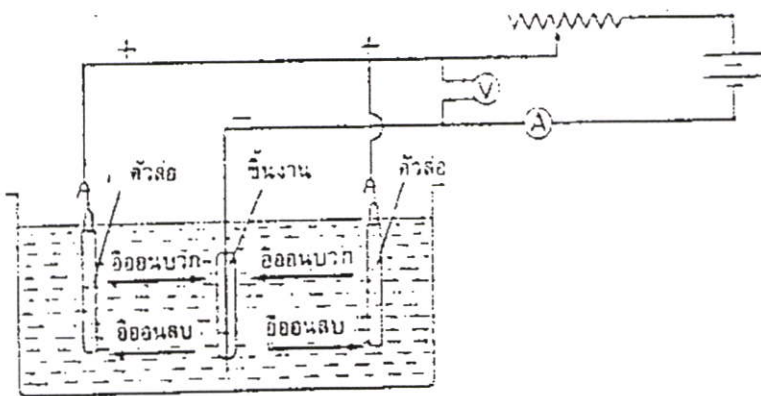
1. บอกทฤษฎีและประโยชน์ของการหุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้

ใบความรู้

ตอนที่ 1 เรื่องทฤษฎีการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

ความหมาย

การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า คือการทำให้โลหะไปเคลือบเกาะบนโลหะอีกชนิดหนึ่งโดยกรรมวิธีเคมี-ไฟฟ้า โดยการจุ่มชิ้นงานที่จะทำการชุบลงในอ่างน้ำยาชุบ แล้วต่อเข้ากับขั้วลบ (Cathode) ของกระแสไฟฟ้าตรง (Direct Current D.C.) ที่ผ่านเข้ามาจากเครื่องแปลงไฟฟ้า (Rectifier) และมีตัวล่อที่ขั้วบวก (Anode) แขนงไว้ในอ่างน้ำยาชุบเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร โลหะจากตัวล่อ (ขั้วบวก) ก็จะไปเกาะจับบนผิวของชิ้นงาน (ขั้วลบ) ดังภาพ



ภาพที่ ข.1 แสดงหลักการในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

กฎของฟาราเดย์

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยทาง ขั้วลบ (Cathode) และขั้วบวก (Anode) โลหะจะละลายจาก Anode หรือมีออกซิเจนเกิดขึ้นที่ Anode และจะได้โลหะเกาะจับที่ Cathode ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสารละลายและระยะเวลาของการปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ไมเคิล ฟาราเดย์ ได้ตั้งกฎความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับขั้วทั้งสอง ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ระยะเวลาที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไว้ดังนี้

กฎข้อที่ 1 น้ำหนักของอ็อนที่ถูกปล่อยให้เป็นอิสระโดยกระแสไฟฟ้าย่อมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของไฟฟ้าที่ใช้

กฎข้อที่ 2 น้ำหนักของอ็อนชนิดต่าง ๆ ที่ถูกปล่อยให้เป็นอิสระโดยปริมาณไฟฟ้าเท่า ๆ กัน ย่อมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสมมูลย์เคมีของอ็อนเหล่านั้น

จากกฎข้อที่ 1 เราสามารถนำไปใช้ในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าได้คือเราต้องการให้โลหะที่เกาะจับมีความหนาจำนวนหนึ่งเราสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ให้กระแสไฟฟ้าน้อย ๆ แต่ใช้เวลานาน ๆ
2. ใช้กระแสไฟฟ้ามาก ๆ แต่ใช้เวลาน้อย ๆ

จากกฎข้อที่ 2 เราทราบว่าโลหะแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการแยกสลายไม่เหมือนกันกล่าวคือในปริมาณ ไฟฟ้าที่เท่า ๆ กัน โลหะแต่ละชนิดจะแยกสลายออกมามีปริมาณไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติประจำตัวของโลหะนั้น ๆ

จากหลักการนี้เอง ได้นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมโลหะอย่างแพร่หลายและได้ผลซึ่งโลหะที่ผ่านการชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าจะเกิดความแข็งแรง ทนทาน และสวยงามมีคุณค่ายิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามงานที่ผ่านการชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าจะมีคุณสมบัติตามที่ต้องการนั้นจะต้องมีกรรมวิธี และกระบวนการที่ดี และถูกต้อง

ในการชุบเคลือบผิวโลหะบางชนิดไม่สามารถใช้โลหะที่เป็นตัวเคลือบที่คุณสมบัติเคลือบผิวชิ้นงานได้ไม่ตีตามความต้องการ ดังนั้น ในงานอุตสาหกรรมจึงต้องมีการชุบโลหะอื่นรองพื้นก่อนแล้วจึงชุบเคลือบโลหะที่ต้องการในขั้นสุดท้าย โลหะที่ใช้เป็นตัวชุบชั้นพื้นฐานหรือตัวรองพื้นได้แก่ทองแดง

การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

สาเหตุที่นำโลหะทองแดงมาชุบในขั้นแรกเพราะ

1. สารละลายในน้ำยาชุบมีฤทธิ์เป็นด่างไม่ทำปฏิกิริยากับผิวชิ้นงาน เช่น ชิ้นงานที่เป็นโลหะสังกะสี หรือมีสังกะสีผสมอยู่หรือตะกั่วผสมอยู่ ไม่สามารถนำชิ้นงานไปชุบเคลือบผิวด้วยโลหะชนิดอื่น ๆ ได้เพราะจะละลายในน้ำยาชุบนั้นทันที
2. ทองแดงให้การเกาะจับชิ้นงานได้แน่นมากผิวที่เคลือบจะละเอียดและน้ำยาชุบมีกำลังการเคลือบสูง
3. เพื่อเพิ่มความหนาของผิวชิ้นงานที่เคลือบ เพราะทองแดงมีราคาถูกกว่าโลหะชนิดอื่น

สารเคมีและส่วนผสม

สารเคมีที่ใช้ในการผสมน้ำยาชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงต่อน้ำยา 1 ลิตร มีดังนี้

- คอปเปอร์ไซยาไนด์	75	กรัม
- โซเดียมไซยาไนด์	93	กรัม
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	30	กรัม

สภาวะการทำงานขณะทำการชุบ

- ค่า P.H. ของน้ำยา	= 10-11
- อุณหภูมิของน้ำยา	= 40-60 องศาเซลเซียส
- ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	= 2-4 แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร
- แรงเคลื่อนไฟฟ้า	= 2-6 โวลท์
- การกวนน้ำยา	= กวนลมหรือเลื่อนชิ้นงาน ไป-มา
- ขั้วบวก/ขั้วล่อ	= แผ่นทองแดง
- อัตราส่วนขั้วบวกต่อขั้วลบ	= 3:2

คุณสมบัติของสารเคมีในน้ำยาชุบ

1. คอปเปอร์ไซยาไนด์เป็นผงละเอียดสีเขียวทองอ่อนเป็นตัวทำให้คอปเปอร์ไอออนไปเกาะที่ขั้วลบ (ชิ้นงาน)
2. โซเดียมไซยาไนด์ เป็นก้อนสีเหลี่ยมมนสีขาวเป็นตัวช่วยนำกระแสไฟฟ้า
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเกลือสีขาว ถ้าถูกอากาศชื้นจะละลายช่วยทำให้การนำไฟฟ้าสูงขึ้น ปรับกำลังการเคลือบผิวให้ดีขึ้นและช่วยให้ขั้วบวกละลายได้ดีขึ้น



.....

แบบทดสอบระหว่างเรียน

ตอนที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

คำสั่ง

1. แบบทดสอบมี 10 ข้อให้ทำทุกข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดโดยกาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า หมายถึงข้อใด
 - ก. การใช้กระแสไฟฟ้าทำให้โลหะเปลี่ยนแปลงขนาด
 - ข. การให้กระแสไฟฟ้าป้องกันการกัดกร่อน
 - ค. การทำให้โลหะชนิดหนึ่งไปเคลือบโลหะอีกชนิดหนึ่งโดยวิธีทางไฟฟ้า และเคมี
 - ง. การทำให้เกิดการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้ากับชิ้นงาน
2. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบเป็นกระแสไฟฟ้าชนิดใด
 - ก. กระแสสลับ
 - ข. กระแสตรง
 - ค. ไฟฟ้าแรงสูง
 - ง. ไฟฟ้าสถิตย์
3. ชิ้นงานที่จะทำการชุบจะต่อเข้ากับขั้วใด
 - ก. ขั้วลบ
 - ข. ขั้วบวก
 - ค. ขั้วไหนก็ได้
 - ง. ขั้วกลาง
4. กฎข้อที่ 1 ของฟาราเดย์ กล่าวถึงข้อใด
 - ก. น้ำหนักของอ็อกอนกับน้ำยาชุบ
 - ข. น้ำหนักของอ็อกอนกับชนิดของโลหะ
 - ค. น้ำหนักของอ็อกอนกับระยะเวลาที่ชุบ
 - ง. น้ำหนักของอ็อกอนกับปริมาณของไฟฟ้า

5. กฎข้อที่ 2...

5. กฎข้อที่ 2 ของฟาราเดย์ ทำให้ทราบถึงข้อใด
 - ก. คุณสมบัติในการแยกสลายของโลหะ
 - ข. คุณสมบัติของสารเคมี
 - ค. คุณสมบัติของตัวล่อ
 - ง. คุณสมบัติของกระแสไฟฟ้า
 6. เพราะเหตุใดจึงใช้โลหะทองแดงในการชุบรองพื้นขั้นแรก
 - ก. เกาะผิวงานได้แน่น
 - ข. ราคาถูก
 - ค. ผิวงานละเอียด
 - ง. ถูกทุกข้อ
 7. อุณหภูมิของน้ำยาที่ใช้ในการชุบประมาณกึ่งองศาเซลเซียส
 - ก. 20-30
 - ข. 30-40
 - ค. 40-60
 - ง. 50-60
 8. คุณสมบัติของคอปเปอร์ไซยาไนด์คือข้อใด
 - ก. ช่วยให้ออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ข. ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ค. ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ง. ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาดขึ้น
 9. คุณสมบัติของโซเดียมไซยาไนด์คือข้อใด
 - ก. ช่วยให้ออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ข. ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ค. ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ง. ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาดขึ้น
 10. คุณสมบัติของโซเดียมไฮดรอกไซด์ คือข้อใด
 - ก. ช่วยให้ออนไปเกาะตัวที่ขั้วลบ
 - ข. ช่วยนำกระแสไฟฟ้า
 - ค. ช่วยให้ขั้วบวกละลายดีขึ้น
 - ง. ช่วยให้น้ำยาชุบสะอาดขึ้น
-

เฉลยแบบทดสอบตอนที่ 1

ข้อที่	คำตอบที่ถูกต้อง
1	ก
2	ข
3	ก
4	ง
5	ก
6	ง
7	ค
8	ก
9	ข
10	ค

ตอนที่ 2

เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง
สื่อการเรียนการสอน ชุดสไลด์ประกอบเสียง

ข้อแนะนำในการเรียน

1. ผู้เรียนผ่านการเรียนในตอนที่ 1 มาแล้ว
2. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนตอนที่ 2
3. เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จให้ตรวจคำตอบในเฉลยแบบทดสอบ

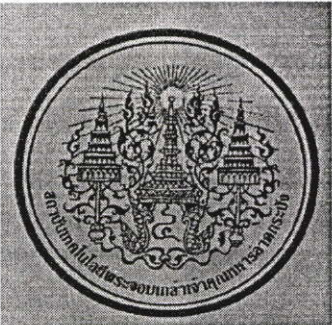
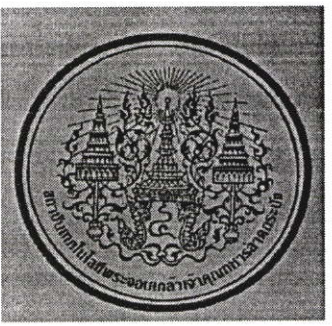
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกชนิดและหน้าที่ของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2

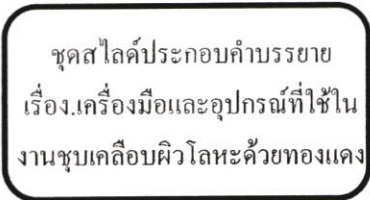
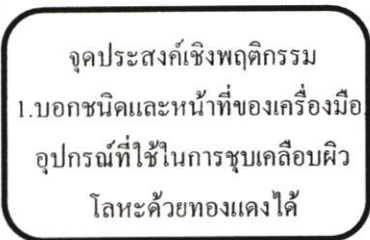
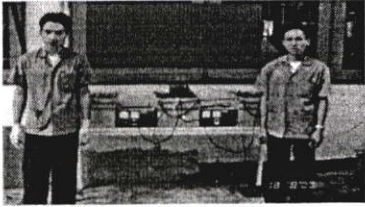
เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
1		...เพลงบรรเลง...	
2		<p>...เพลงบรรเลง...</p> <p>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง</p> <p>...เพลงบรรเลง...</p>	
3	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;"> <p>โดย นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์</p> </div>	โดย...นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์	

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2

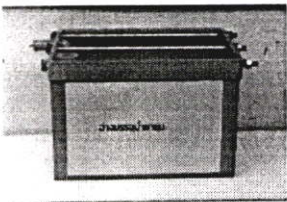
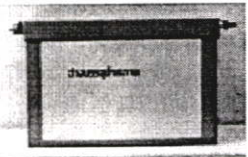
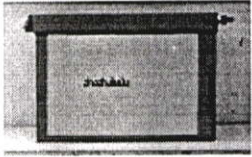
เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
4		<p>เสนอ...สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง</p>	
5		<p>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกชนิดและหน้าที่ของเครื่องมือ, อุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิว โลหะด้วยทองแดงได้ 	
6		<p>การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง เป็นการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า ซึ่งต้องอาศัยกรรมวิธีทางไฟฟ้าและทางเคมี เพื่อให้โลหะชนิดหนึ่งไปเกาะเคลือบบนโลหะอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องใช้เครื่องมือ, อุปกรณ์ดังนี้</p>	

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2

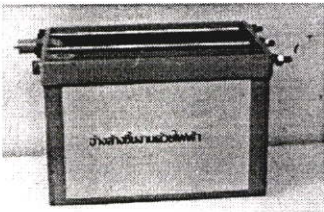


เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
7		<p>อ่างบรรจุน้ำยาชุบ</p> <p>เป็นอ่างบรรจุน้ำยาชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า โดยทั่วไปจะออกแบบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดต่างๆตามชิ้นงานที่จะชุบ โดยวัสดุที่จะนำมาทำถังชุบจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำยาที่บรรจุอยู่ที่ขอบด้านบนของอ่างบรรจุน้ำยาจะใช้สำหรับวางท่อทองแดงที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าและแขนตัวล่อทองแดง</p>	
8		<p>อ่างบรรจุน้ำสะอาด</p> <p>เป็นอ่างที่ใช้ในการบรรจุน้ำสะอาดเพื่อใช้ในการล้างชิ้นงานหลังจากการล้างชิ้นงานด้วยไฟฟ้าและการชุบด้วยทองแดง</p>	
9		<p>อ่างล้างไขมัน</p> <p>เป็นอ่างที่ใช้ล้างไขมันออกจากชิ้นงานและเป็นการทำความสะอาดชิ้นงาน เพราะความสะอาดของชิ้นงานจะมีผลต่อความสามารถในการเกาะเคลือบผิวของชิ้นงาน</p>	

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2


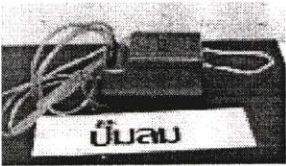
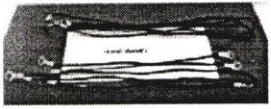
เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
10		<p>อ่างล้างชิ้นงานด้วยไฟฟ้า</p> <p>เป็นอ่างที่ใช้บรรจุน้ำยาล้างชิ้นงานด้วยไฟฟ้าที่ใช้ล้างชิ้นงานเป็นขั้นสุดท้าย ก่อนที่จะนำไปชุบเคลือบผิวด้วยทองแดง โดยการต่อขั้วบวกเข้ากับแผ่นตัวล่อสแตนเลสและขั้วลบเข้ากับชิ้นงาน</p>	
11		<p>เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า</p> <p>ใช้ในการแปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับแรงเคลื่อนสูงๆมาเป็นกระแสตรงแรงเคลื่อนต่ำซึ่งปกติจะใช้ที่ 0-15 โวลท์ ในการกำหนดขนาดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะกำหนดเป็นจำนวนกระแสสูงสุดที่จ่ายออกมาได้ เช่น เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาด 10 แอมแปร์</p>	
12		<p>แผ่นตัวล่อ</p> <p>ใช้เป็นตัวล่อให้ให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและไฟฟ้า โดยใช้ตัวล่อสแตนเลสที่อ่างล้างด้วยไฟฟ้าและตัวล่อทองแดงที่อ่างชุบทองแดง</p>	

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2




เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
13		<p>ท่อทองแดง</p> <p>ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้า โดยท่อทองแดงแท่งที่ใช้แขวนชิ้นงานจะต่อเข้ากับขั้วลบ ส่วนท่อที่ใช้แขวนแผ่นตัวล่อจะต่อเข้ากับขั้วบวก ในการปฏิบัติงานชุบถ้าท่อทองแดงเกิดการเกาะจับของสารเคมี จะต้องใช้กระดาษทรายขัดออกเพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ไม่สะดวก</p>	
14		<p>ปั๊มลม</p> <p>เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพิ่มออกซิเจนในอ่างน้ำยาชุบและเป็นการทำให้การไหลเวียนของกระแสและอุณหภูมิในอ่างชุบสม่ำเสมอ</p>	
15		<p>สายขั้วไฟฟ้า</p> <p>สายขั้วไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าไปยังถังชุบ ในการต่อทางเดินของกระแสไฟฟ้าจะต้องทำให้หน้าสัมผัสสะอาด, เรียบและแน่น</p>	

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2

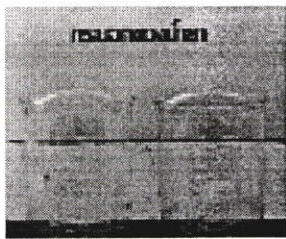

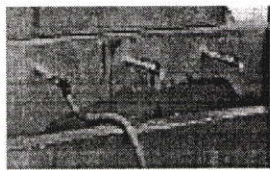
เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
16		ฮีทเตอร์ ใช้สำหรับเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยาอ่าง ด้วยไฟฟ้าและน้ำยาชุบให้ได้ระหว่าง 60-8 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ อุณหภูมิที่จะต้องใช้ในงานชุบที่เหมาะสม	
17		เทอร์โมมิเตอร์ ใช้ในการเช็คอุณหภูมิของน้ำยาอ่างด้วย ไฟฟ้าและน้ำยาชุบให้อยู่ในช่วงที่ กำหนดหลังจากการเพิ่มอุณหภูมิด้วยฮีท เตอร์	
18		อุปกรณ์ที่ใช้ในการเช็คค่าความเป็น กรดและด่าง ใช้สำหรับเช็คค่าความเป็น กรด-ด่าง ของน้ำยาชุบซึ่งมีทั้งแบบเป็นมิเตอร์วัด หรือกระดาษเทียบสี	

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2



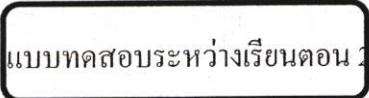
เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา (วินาที)
19		กระบอกลงน้ำยา ใช้ในการตวงน้ำยาชุบให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการใช้ในแต่ถังชุบโดยอาศัยสเกลที่กระบอกลงน้ำยาเช็คปริมาตรที่ต้องการ	
20		แท่งแก้ว ใช้ในการกวนน้ำยาในอ่างน้ำยาให้เกิดการไหลเวียนและไม่ตกตะกอนซึ่งเป็นการช่วยรักษาอายุการใช้งานของน้ำยาได้วิธีหนึ่ง	
21		อ่างล้างมือ ในการปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าเป็นงานที่มีอันตรายสูงเพราะต้องอยู่ใกล้ชิดกับสารเคมี ดังนั้นจึงต้องจัดสถานที่ทำงานให้อยู่ใกล้กับอ่างล้างมือเพื่อใช้ในการล้างมือทำความสะอาด	

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2


เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา(วินาที)
22		<p>สถานที่ปฏิบัติงาน</p> <p>การจัดสถานที่ในการปฏิบัติงานมีความจำเป็นมากเพราะมีผลต่อความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น การถ่ายเทของอากาศ, แสงสว่าง, อ่างล้างมือ เป็นต้น</p>	
23		<p>ชุดปฏิบัติงาน</p> <p>การปฏิบัติงานจะต้องสวมชุดปฏิบัติงานที่รัดกุมเพื่อป้องกันอันตราย เช่น การสวมชุดฝึกงาน, รองเท้า, ถุงเท้า, ถุงมือ, หน้ากาก</p>	
24		<p>แบบทดสอบระหว่างเรียนตอนที่ 2</p> <p>หลังจากนักศึกษาดูสไลด์จบแล้วให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนตอนที่ 2 และตรวจคำตอบจากเฉลยแบบทดสอบ</p>	

บทสไลด์ประกอบเสียง

ตอนที่ 2

เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	เวลา(วินาที)
25		สวัสดี	

ตอนที่ 2 เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

คำสั่ง

1. แบบทดสอบมี 10 ข้อให้ทำทุกข้อ
 2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดโดยกาเครื่องหมาย **X** ลงในกระดาษคำตอบ
-

1. อ่างบรรจุน้ำยาชุบทำจากวัสดุชนิดใด
 - ก. ทองแดง
 - ข. สังกะสี
 - ค. พลาสติก
 - ง. อลูมิเนียม
2. น้ำสะอาดที่ใช้ในการชุบมีหน้าที่อะไร
 - ก. ล้างอ่างบรรจุน้ำยา
 - ข. ล้างชิ้นงาน
 - ค. ล้างโต๊ะทำงาน
 - ง. ล้างมือ
3. ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำยาสามารถตรวจสอบได้ด้วยอะไร
 - ก. กระดาษ พี.เอช.
 - ข. ฮีทเตอร์
 - ค. รีคตีไฟเออร์
 - ง. ทอร์โมมิเตอร์
4. อุปกรณ์ในข้อใดที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้า
 - ก. ฮีทเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. รีคตีไฟเออร์

5. อุปกรณ์...

5. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าทำงานอย่างไร
 - ก. แปลงจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง
 - ข. แปลงจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ
 - ค. แปลงจากไฟฟ้าแรงสูงเป็นกระแสสลับ
 - ง. แปลงจากกระแสสลับเป็นไฟฟ้าแรงสูง
 6. โลหะชนิดใดใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าในการชุบ
 - ก. เงิน
 - ข. ทองแดง
 - ค. อลูมิเนียม
 - ง. สังกะสี
 7. โลหะชนิดใดเป็นตัวล่อ
 - ก. เงิน
 - ข. อลูมิเนียม
 - ค. สังกะสี
 - ง. ทองแดง
 8. อุปกรณ์ในข้อใดใช้เพิ่มอุณหภูมิให้น้ำยาชุบ
 - ก. ฮีตเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. รีคตีไฟเออร์
 9. อุปกรณ์ข้อใดใช้ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำยา
 - ก. ฮีตเตอร์
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์
 - ค. มิเตอร์
 - ง. รีคตีไฟเออร์
 10. อุปกรณ์ในข้อใดไม่เข้าพวก
 - ก. เสื้อหนัง
 - ข. ถุงมือ
 - ค. กรองอากาศ
 - ง. รีคตีไฟเออร์
-

เฉลยแบบทดสอบระหว่างเรียนตอนที่ 2

เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ข้อที่	คำตอบที่ถูกต้อง
1	ก
2	ข
3	ก
4	ง
5	ก
6	ข
7	ง
8	ก
9	ข
10	ง

ตอนที่ 3

เรื่อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง
สื่อการเรียนการสอน ชุดวิดิทัศน์

ข้อแนะนำในการเรียน

1. ผู้เรียนต้องผ่านการเรียนในตอนี่ 2 มาแล้ว
2. ครูผู้สอนควรแนะนำวิธีการใช้เครื่องฉายวิดิทัศน์แก่ผู้เรียนก่อนการเรียน
3. หลังจากผู้เรียนดูวิดิทัศน์จบแล้วให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนตอนที่ 3 และตรวจ

คำตอบจากเฉลย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถบอกขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้

บทวิดิทัศน์

ตอนที่ 3

เรื่อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

ลำดับที่	แหล่งภาพ	ภาพ	เสียง	เวลา
1.	CAM	Fi Cu ตราสถาบัน Ms ภาพชิ้นงานจากการชุบ Si ตัวอักษร หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการ อาชีวและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิดิทัศน์ประกอบชุดการสอน เรื่อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบ เคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง โดย นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์ Fo	ดนตรี	
2.	CAM	Fi Cu ชิ้นงานจากการชุบ Si ตัวอักษร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถบอก ขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบเคลือบ ผิวโลหะด้วยทองแดงได้	วิชาวัสดุช่าง รหัส 21000006 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอุตสาหกรรม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถ บอกขั้นตอนการปฏิบัติงานชุบ เคลือบผิวโลหะด้วยทองแดงได้	

ลำดับที่	แหล่งภาพ	ภาพ	เสียง	เวลา
3.	CAM	Fi Ms เครื่องมือ/อุปกรณ์ ที่ใช้ในงานชุบ Fo	การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง เป็นการชุบเคลือบผิวโลหะด้วย ไฟฟ้าที่อาศัยกรรมวิธีทางไฟฟ้า และเคมีในการทำให้โลหะ ชนิดหนึ่งไปเกาะจับโลหะ อีกชนิดหนึ่ง	
4.	CAM	Fi Cu ชิ้นงานจากการชุบทองแดง Fo	การชุบเคลือบผิวโลหะ ด้วยทองแดงนิยมนำมาชุบ เพื่อรองพื้นก่อนที่จะนำชิ้นงาน ไปชุบด้วยโลหะอื่นต่อไป เพราะสามารถเกาะจับผิวชิ้นงาน ได้แน่น ผิวที่เคลือบละเอียด ราคาถูก และสารละลายที่ชุบ ไม่ทำปฏิกิริยากับผิวชิ้นงาน	
5.	CAM	Fi Cu การแต่งชุดปฏิบัติการงานชุบ Fo	ก่อนปฏิบัติงานชุบทุกครั้ง ผู้ปฏิบัติงานต้องคำนึงถึง ความปลอดภัยดังนี้ 1. สวมชุดปฏิบัติการที่รัดกุม คือเสื้อหนัง ถุงมือหนัง อุปกรณ์ กรองอากาศ รองเท้า	

ลำดับที่	แหล่งภาพ	ภาพ	เสียง	เวลา
6.	CAM	Fi Ls บริเวณปฏิบัติงาน Fo	2. สถานที่ปฏิบัติงานต้องมี อากาศถ่ายเทได้สะดวก	
7.	CAM	Fi Ms ก๊อกน้ำ อ่างน้ำ Fo	3. เพื่อความสะดวกในการ ล้างชิ้นงาน ล้างมือ บริเวณ ปฏิบัติงานควรอยู่ใกล้อ่างน้ำ หรือก๊อกน้ำ	
8.	CAM	Fi Si ตัวอักษร ขบวนการในการชุบเคลือบผิว ด้วยทองแดง มีดังนี้ Fo	ขบวนการในการปฏิบัติ งานชุบเคลือบผิวโลหะด้วย ทองแดงมีดังนี้	
9.	CAM	Fi cu ชิ้นงาน	ชิ้นงานที่จะนำมาชุบเคลือบผิว ด้วยไฟฟ้าจะต้องขัดผิวงานให้ เรียบจนผิวเงาเพื่อให้ทองแดง สามารถเกาะจับชิ้นงานได้ดี	

ลำดับที่	แหล่งภาพ	ภาพ	เสียง	เวลา
10.	CAM	Fi Cu เร็คติไฟเออร์ Cu อ่างน้ำยาชุบ Cu อ่างล้างไขมัน Cu อ่างล้างด้วยไฟฟ้า Cu อ่างน้ำสะอาด Cu สายไฟ Cu ท่อทองแดง Fo	เช็คเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้อง ใช้ดังนี้ - เร็คติไฟเออร์ - อ่างน้ำยา - อ่างล้างไขมัน - อ่างล้างด้วยไฟฟ้า - อ่างน้ำสะอาด - สายไฟ - ท่อทองแดง	
11.	CAM	Fi Cu อ่างน้ำยาชุบ Ls อ่างน้ำยาชุบ Fo	เติมน้ำยาชุบผิวโลหะด้วย ทองแดงที่เตรียมไว้ลงในอ่าง บรรจุน้ำยาชุบ	
12.	CAM	Fi Ms เช็ควาล์ว พี.เอช. Ms เช็ควาล์วของน้ำยา Ms อ่างบรรจุน้ำยาชุบ Fo	- เช็ควาล์ว พี.เอช. ของน้ำยาโดย ใช้กระดาษ P.H. โดยระดับ มาตรฐานที่ใช้ในงานชุบค่า P.H. จะอยู่ระหว่าง 10-11 - เช็ควาล์วของน้ำยาชุบโดย ใช้เทอร์โมมิเตอร์ให้ได้ที่ระดับ 60 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิ ไม่ถึงให้ใช้ฮีตเตอร์ เพิ่ม อุณหภูมิ - แขนวนแผ่นตัวล่อทองแดงเข้า ที่ขั้วบวก	

ลำดับที่	แหล่งภาพ	ภาพ	เสียง	เวลา
13.	CAM	Fi Ls อ่างน้ำสะอาด Ls อ่างบรรจุกรดกำมะถัน 5% Ls อ่างล้างไขมัน Ls อ่างล้างด้วยไฟฟ้า Fo	- นำน้ำสะอาดมาบรรจุลงในอ่างล้าง - เติมน้ำลงในอ่างล้างไขมัน - เติมน้ำยาล้างด้วยไฟฟ้าลงในอ่างล้างด้วยไฟฟ้า - เติมน้ำยากรดกำมะถัน 5% ลงในอ่าง	
14.	CAM	Fi Ls - อ่างล้างด้วยไฟฟ้า - รีคตีไฟเออร์ Fo	- ต่อขั้วบวกเข้ากับท่อแขวนแผ่นตัวล่อ - ต่อขั้วลบเข้ากับท่อแขวนงาน - แขวนแผ่นตัวล่อเข้าที่ขั้วบวก	
15.	CAM	Fi Ls อ่างน้ำยาชุบ Fo	- ต่อขั้วไฟฟ้าจากรีคตีไฟเออร์มาที่อ่างน้ำยาชุบโดยให้ขั้วบวกต่อเข้ากับแผ่นตัวล่อขั้วลบต่อเข้าที่ขั้วชิ้นงาน	
16.	CAM	Fi Cu รีคตีไฟเออร์/อ่างล้าง Fo	ปรับค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปที่ 4 โวลต์	

ลำดับที่	แหล่งภาพ	ภาพ	เสียง	เวลา
17.	CAM	Cu รีลตีไฟเออร์/อ่างชุบ	ปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปที่ 4 โวลต์	
18.	CAM	Ms ชี้นงาน	ผูกชี้นงานด้วยลวดทองแดงแล้ว นำมาจุ่มล้างในอ่างน้ำสะอาดโดย ในขณะที่จุ่มให้แกว่งชี้นงานไป-มา ประมาณ 3 นาทีแล้วยกงานขึ้นให้ น้ำหยดออกให้หมด	
19.	CAM	Ms ชี้นงาน	นำชี้นงานไปจุ่มล้างในอ่างล้าง ไขมัน โดยแกว่งไป-มาประมาณ 3 นาที แล้วยกขึ้นให้น้ำหยดออก	
20.	CAM	Ms ชี้นงานชุบ	นำชี้นงานไปจุ่มในอ่างล้างด้วย ไฟฟ้าโดยแขวนไว้ที่ท่อทองแดง สำหรับแขวนชี้นงานแล้วปล่อย ทิ้งไว้ 3 นาที แล้วยกขึ้นให้น้ำ หยดออก	
21.	CAM	Ms ยกชี้นงาน	นำชี้นงานมาจุ่มล้างในอ่าง น้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่งโดยใช้ เวลา 3 นาที แล้วยกขึ้น	

ลำดับที่	แหล่งภาพ	ภาพ	เสียง	เวลา
22.	CAM	Ms ช้างงาน	นำช้างงานมาจุ่มล้างในอ่าง บรรจุกรดกำมะถัน 5%ประมาณ 3 นาทีแล้วยกขึ้นให้น้ำยาหยด ออก	
23.	CAM	Ms ช้างงาน	จุ่มช้างงานลงในอ่างน้ำยาชุบ โดยแขวนไว้ที่ท่อทองแดงขั้วลบ ปล่อยทิ้งไว้ 20 นาทีแล้วยกออก ให้น้ำยาหยดออกให้หมด	
24.	CAM	Ms ช้างงาน	นำช้างงานที่ผ่านการชุบไปจุ่ม ในอ่างน้ำสะอาดเพื่อล้างช้างงาน เป็นครั้งสุดท้ายประมาณ 3 นาที	
25.	CAM	Ms ช้างงาน Fo	นำช้างงานที่ล้างเสร็จแล้วไป แขวนตากลมให้แห้ง	
26	CAM	Fi Ls ชุดปฏิบัติการฝึก	เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาวิดีโอทัศน์ มาถึงตรงนี้เพื่อทดสอบความ เข้าใจ ให้นักศึกษาทำแบบ ทดสอบระหว่างเรียนตอนที่ 3	
27.	CAM	Fi Si ส้วสดี Fo		

แบบทดสอบระหว่างเรียน

ตอนที่ 3 เรื่อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานชุกเคลือบผิวโลหะด้วยทองแดง

คำสั่ง

1. แบบทดสอบมี 10 ข้อ ให้ทำทุกข้อๆ ละ 1 คะแนน
2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. อุปกรณ์ในข้อใดที่ไม่สามารถป้องกันอันตรายในการชุบได้
 - ก. เสื้อหนัง
 - ข. ถุงมือหนัง
 - ค. รองเท้าแตะ
 - ง. อุปกรณ์กรองอากาศ
2. สายขั้วไฟฟ้า สัมพันธ์ กับอุปกรณ์ข้อใดที่สุด
 - ก. อ่างน้ำยา
 - ข. อ่างล้างชิ้นงาน
 - ค. กระจกพี เอช
 - ง. รีคตีไฟเออร์
3. ถ้าทองแดงสกปรกจะทำความสะอาดอย่างไร
 - ก. ล้างด้วยน้ำ
 - ข. นำไปตากแดด
 - ค. ขัดด้วยกระดาษทราย
 - ง. ขัดด้วยตะไบ
4. ชิ้นงานที่จะนำมาจุ่มในน้ำยาชุบ ควรผูกด้วยวัสดุอะไร
 - ก. ลวดทองแดง
 - ข. ลวดอลูมิเนียม
 - ค. เชือก
 - ง. สายไฟฟ้า

5. แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบ ควรผูกด้วยวัสดุอะไร
 - ก. 0.1-0.25 โวลต์
 - ข. 0.5-1 โวลต์
 - ค. 0.75-4 โวลต์
 - ง. 1-2 โวลต์
6. ในขณะที่หยุดควรปล่อยชิ้นงานค้างไว้นานเท่าใด
 - ก. 70 วินาที
 - ข. 80 วินาที
 - ค. 90 วินาที
 - ง. 100 วินาที
7. เหตุใดจึงต้องเลื่อนชิ้นงาน ไป-มา ในขณะที่ชุบ
 - ก. ช่วยเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยา
 - ข. ช่วยป้องกันการเกิดรูพรุน
 - ค. ช่วยเร่งปฏิกิริยา
 - ง. ช่วยให้กระแสไฟฟ้าไหลเวียนได้ดี
8. การยกชิ้นงานขึ้นจากอ่างน้ำยาควรปฏิบัติอย่างไร
 - ก. ยกอย่างเร็วและนำไปจุ่มน้ำสะอาด
 - ข. ยกอย่างเร็วนำไปวางบนได้งาน
 - ค. ยกอย่างช้า ๆ ให้น้ำยาหยุดลงอ่างให้หมด
 - ง. ยกอย่างไรก็ได้
9. ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบคือข้อใด
 - ก. 5-10 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ข. 10-20 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ค. 10-30 แอมแปร์/ตารางฟุต
 - ง. 10-60 แอมแปร์/ตารางฟุต
10. หลังจากจุ่มชิ้นงานเพื่อล้างน้ำสะอาดแล้วขั้นตอนสุดท้ายคือข้อใด
 - ก. นำชิ้นงานไปตากลมให้แห้ง
 - ข. นำชิ้นงานไปขัดกระดาษทราย
 - ค. นำชิ้นงานไปพ่นสีทับ
 - ง. นำชิ้นงานไปล้างน้ำกรด 5%



เฉลยแบบทดสอบตอนที่ 3

ข้อที่	คำตอบที่ถูกต้อง
1	ค
2	ง
3	ค
4	ก
5	ค
6	ค
7	ข
8	ค
9	ง
10	ก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์
วัน เดือน ปีเกิด	15 เมษายน 2515
สถานที่เกิด	1 หมู่ 1 บ้านขามป้อม ตำบลนาข่า อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น
ที่อยู่ปัจจุบัน	511/5 ม. 14 ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000
สถานที่ทำงาน	แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อ.เมือง จ.หนองคาย 43000 (042-411776 ต่อ 121, 133, 134)
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 4
ประวัติการศึกษา	- ปีการศึกษา 2530 แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น - ปีการศึกษา 2533 แผนกช่างกลโรงงาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น - ปีการศึกษา 2536 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม วิชาเอก เครื่องมือกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น - ปีการศึกษา 2543 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง