



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 4

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002

สอนครั้งที่ 5-6

ชื่อหน่วย โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

จำนวน 4 ชั่วโมง

### สาระสำคัญ

ในงานอุตสาหกรรม นอกจากใช้โลหะเหล็กเป็นหลักแล้ว ส่วนหนึ่งของงานจะใช้โลหะอื่น ๆ เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง ดีบุก ตะกั่ว ทังสแตน สังกะสี ฯลฯ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านความแข็งแรง การทนความร้อน ทนการเสียดสี ทนการกัดกร่อน การนำไฟฟ้า การขึ้นรูป คุณสมบัติทางกล คุณสมบัติทางเคมี ฯลฯ ในหน่วยการเรียนรู้ นี้ จะกล่าวถึงเฉพาะโลหะที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเท่านั้น

### หัวข้อเรื่อง พื้นฐานวัสดุช่างในงานอุตสาหกรรม

#### 1. โลหะหนัก

- |             |                 |                    |
|-------------|-----------------|--------------------|
| 1.1 ทองแดง  | 1.8 โครเมียม    | 1.15 พลวง          |
| 1.2 ตะกั่ว  | 1.9 ทังสแตน     | 1.16 แมงกานีส      |
| 1.3 ดีบุก   | 1.10 นิกเกิล    | 1.17 เซอร์มันเนียม |
| 1.4 สังกะสี | 1.11 โคบอลต์    |                    |
| 1.5 เงิน    | 1.12 โมลิบดีนัม |                    |
| 1.6 ทองคำ   | 1.13 วาเนเดียม  |                    |
| 1.7 พรอท    | 1.14 ทองคำขาว   |                    |

#### 2. โลหะเบา

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 2.1 อะลูมิเนียม | 2.3 ไททานเนียม |
| 2.2 แมกนีเซียม  | 2.4 เบริลเลียม |

#### 3. โลหะผสม

- |                |                      |                    |
|----------------|----------------------|--------------------|
| 3.1 ทองแดงผสม  | 3.3 โลหะผสมคุณภาพสูง | 3.5 ตะกั่วผสม      |
| 3.2 นิกเกิลผสม | 3.4 ดีบุกผสม         | 3.6 อะลูมิเนียมผสม |

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ ชื่อและลักษณะพื้นฐานของโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก รู้วิธีเลือกโลหะที่ไม่ใช่เหล็กไปใช้งานที่เหมาะสมกับงาน



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 4

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002

สอนครั้งที่ 5-6

ชื่อหน่วย โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

จำนวน 4 ชั่วโมง

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถบอกชื่อและลักษณะพื้นฐานของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กได้
2. นักศึกษาสามารถบอกวิธีเลือกโลหะที่ไม่ใช่เหล็กไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม
3. นักศึกษาสามารถบอกประโยชน์ของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กได้
4. นักศึกษาอธิบายคุณสมบัติเฉพาะของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กได้

### คุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความมีมนุษยสัมพันธ์
2. ความมีวินัย
3. ความรับผิดชอบ
4. ความเชื่อมั่นในตนเอง

### แบ่งเนื้อหาการสอน

#### สอนครั้งที่ 1 เวลา 2 ชั่วโมง

##### 1. โลหะหนัก

- |             |                 |                    |
|-------------|-----------------|--------------------|
| 1.1 ทองแดง  | 1.8 โครเมียม    | 1.15 พลวง          |
| 1.2 ตะกั่ว  | 1.9 ทังสเทน     | 1.16 แมงกานีส      |
| 1.3 ดีบุก   | 1.10 นิกเกิล    | 1.17 เซอร์มันเนียม |
| 1.4 สังกะสี | 1.11 โคบอลต์    |                    |
| 1.5 เงิน    | 1.12 โมลิบดีนัม |                    |
| 1.6 ทองคำ   | 1.13 วานาเดียม  |                    |
| 1.7 พรอท    | 1.14 ทองคำขาว   |                    |

#### สอนครั้งที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง

##### 2. โลหะเบา

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 2.1 อะลูมิเนียม | 2.3 ไททาเนียม  |
| 2.2 แมกนีเซียม  | 2.4 เบริลเลียม |

##### 3. โลหะผสม

- |                |                      |                    |
|----------------|----------------------|--------------------|
| 3.1 ทองแดงผสม  | 3.3 โลหะผสมคุณภาพสูง | 3.5 ตะกั่วผสม      |
| 3.2 นิกเกิลผสม | 3.4 ดีบุกผสม         | 3.6 อะลูมิเนียมผสม |



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 4

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002

สอนครั้งที่ 5-6

ชื่อหน่วย โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

จำนวน 4 ชั่วโมง

### กิจกรรมการเรียนการสอน

#### สอนครั้งที่ 1.

#### ขั้นเตรียม (15 นาที)

1. ครูเช็คชื่อ นักศึกษา และอบรม คุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช้าการแต่งกายของนักศึกษาลงโทษนักศึกษาที่ผิดระเบียบ

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

2. ครูถามนักศึกษา สายไฟที่ใช้ภายในบ้านทำด้วยวัสดุชนิดใด (นักศึกษาตอบ เงิน, ทองแดง)
3. ครูสรุป สัปดาห์นี้ เราจะมาเรียนเกี่ยวกับ โลหะไม่ใช่เหล็กหัวข้อ โลหะเบา

#### ขั้นสอนกิจกรรม (50 นาที)

4. ครูให้นักศึกษา ทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4 ชุดที่ 1
5. ครูบรรยายเนื้อหาสาระความรู้ใช้เครื่องฉาย PowerPoint และของจริง(ก้อนน้ำทองเหลือง, ซ้อนทองเหลือง)
6. นักศึกษา ฟังครูบรรยาย และให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น โดยครูถาม นักศึกษาตอบสลับตลอดเวลา
7. แจกใบมอบหมายงานที่ 4.1 ให้นักศึกษารับผิดชอบปรึกษากันได้

#### ขั้นสรุป (25 นาที)

8. ครูและนักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหาในบทเรียน
9. ครูประเมินในแบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
10. นักศึกษาทำแบบประเมินผลหลังเรียน หน่วยที่ 4 ชุดที่ 1
11. นักศึกษาทำงานที่ครูมอบหมายใบงานที่ 4.1

#### ขั้นวัดและประเมินผล (25 นาที)

12. ตรวจใบงานที่ 4.1 ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ ก่อน/หลังเรียน
13. สังเกตพฤติกรรมในการเรียนและการปฏิบัติกิจกรรมการประเมินผล



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 4

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002

สอนครั้งที่ 5-6

ชื่อหน่วย โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

จำนวน 4 ชั่วโมง

## สอนครั้งที่ 2.

### ขั้นตอนการสอน (15 นาที)

1. ครูเช็คชื่อ และตรวจความเรียบร้อยในการแต่งกายของนักศึกษาใครพระเบียบครูจะจับบันทึกย่อไว้ในใบเช็คชื่อ เช่นผมยาวจะเขียน ผ. ไว้ ถ้าไม่ถูกต้องจะเขียน ถ. ไว้

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

2. ครูถามนักศึกษาใครรู้จักทองเหลืองบ้าง และยกตัวอย่างที่ทำด้วยทองเหลือง (นักศึกษาตอบก็อกน้ำทองเหลือง, ช้อนทองเหลือง)
3. ครูทบทวนเนื้อหาการเรียน ครั้งที่ผ่านมา (ครั้งที่ 1) ถาม-ตอบวันนี้เราจะเรียนรู้เรื่อง โลหะเบาและโลหะผสม

### ขั้นสอนและกิจกรรม (50 นาที)

4. นักศึกษาทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียนหน่วยที่ 4 ชุดที่ 2
5. ครูบรรยายเนื้อหาสาระ เริ่มจาก โลหะเบาเช่น อลูมิเนียม, แมกกาเนิส และโลหะผสมทองเหลือง ฯลฯ
6. นักศึกษาฟังคำบรรยายจากครูเรื่อง โดยให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น มีการถามตอบตลอดเวลา ระหว่างครูนักศึกษา
7. แจกใบมอบงานที่ 4.2 ให้นักศึกษารับผิดชอบโดยปรึกษากันได้

### ขั้นสรุป (25 นาที)

8. ครู - นักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหา
9. ครูประเมินในแบบสังเกตพฤติกรรม รายบุคคล
10. นักศึกษาทำแบบประเมิน ผลการเรียนรู้หลังเรียน หน่วยที่ 4 ชุดที่ 2
11. นักศึกษาทำงานที่ครูมอบหมายงานที่ 4.2

### ขั้นประเมินผล (25 นาที)

12. ตรวจใบมอบหมายงาน 4.2
13. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อน/หลังเรียน
14. ครูสังเกตการณ์และให้คะแนน เกณฑ์ ความเรียบร้อย ความประณีต ความถูกต้อง



แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002	สอนครั้งที่ 5-6
ชื่อหน่วย โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	จำนวน 4 ชั่วโมง

**สื่อการเรียนการสอน**

- 1.เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้วิชาช่างอุตสาหกรรมม (2100-1002)
- 2.ใบมอบงานที่ 4.1 และ 4.2
- 3.แบบทดสอบก่อนหลังเรียน
- 4.ของจริง (สายไฟ, ก้อนน้ำ, ช้อนทองเหลือง)
5. สื่อการสอน PowerPoint วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม (2100-1002)

**การวัดผลและประเมินผล**

- 1 ตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ที่ 4 บททดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
- 2 ตรวจสอบใบมอบงาน 4.1, 4.2
- 3 สังเกตพฤติกรรม คุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในขณะที่เรียนและปฏิบัติงาน

**เครื่องมือวัดผล**

- 1 แบบทดสอบก่อนหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ชุดที่ 1 ชุดที่ 2
- 2 ใบมอบหมายงานที่ 4.1, 4.2
3. แบบสังเกต พฤติกรรม คุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ภาคผนวก )

**เกณฑ์การประเมิน**

- 1 คะแนนเก็บที่กรอกลงใน progress chart ผลจากใบงานนักศึกษา
- 2 แบบประเมินก่อน/หลังเรียน เกณฑ์ ผ่าน เกณฑ์ผ่านทำถูกต้อง 50% ขึ้นไป
- 3 แบบสังเกตพฤติกรรม รายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
- 4 แบบประเมิน พฤติกรรม คุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ภาคผนวก )

**บันทึกหลังการสอน**

( ดูภาคผนวก..... )



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 4

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002

สอนครั้งที่ 5-6

ชื่อหน่วย โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

จำนวน 4 ชั่วโมง

### ใบมอบงานที่4.1

#### เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

คำชี้แจง ให้นักศึกษา อ่านหนังสือค้นคว้า ชื่อตัวอย่างงาน จากโลหะที่กำหนดให้แล้ว  
นำมาเติมลงในตารางที่กำหนด (ตอบเกิน 2 ชื่อได้)

ลำดับที่	โลหะที่กำหนดให้	ตัวอย่างงาน
ตัวอย่าง	ทองแดง	สายไฟ, หัวแร้งบัดกรี
1	ตะกั่ว	
2	ดีบุก	
3	สังกะสี	
4	ปรอท	
5	ทังสเตน	
6	แมกนีเซียม	
7	อะลูมิเนียม	
8	ทองเหลือง	
9	ตะกั่วผสม	
10	ดีบุกผสม	



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 4

ชื่อวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม รหัส 2100 - 1002

สอนครั้งที่ 5-6

ชื่อหน่วย โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก


จำนวน 4 ชั่วโมง

### ใบมอบงานที่ 4.2

#### เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

คำชี้แจง ให้นักศึกษา อ่านหนังสือค้นคว้า ชื่อโลหะ ที่ใช้งานตรงตามชื่องานที่กำหนดให้  
ในตาราง

ลำดับที่	งานที่กำหนดให้	โลหะที่เลือกใช้
ตัวอย่าง	วงกบ ประตู หน้าต่าง	อลูมิเนียม
1	งานปีกเครื่องบินน้ำหนักเบา	
2	เสาอากาศทีวี	
3	ถังบรรจุน้ำโลหะขนาดใหญ่	
4	เทอร์โมมิเตอร์	
5	งานชุบผิวเหล็ก	
6	งานโลหะแบร์ริง	
7	กระทะเพื่อสุขภาพ	
8	ก๊อคน้ำ	

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ																																	
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม																																	
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน																																	
	หัวข้อเรื่อง สาระสำคัญ	วิทยาลัยเทคนิคพญา																																	
<h2>โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก</h2>																																			
<p><b>สาระสำคัญ</b></p> <p>ในงานอุตสาหกรรม นอกจากใช้โลหะเหล็กเป็นหลักแล้ว ส่วนหนึ่งของงานจะใช้โลหะอื่นๆ เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง ดีบุก ตะกั่ว ทังสแตน สังกะสี ฯลฯ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านความแข็งแรง การทนความร้อน ทนการเสียดสี ทนการกัดกร่อน การนำไฟฟ้า การขึ้นรูป คุณสมบัติทางกล คุณสมบัติทางเคมี ฯลฯ ในหน่วยการเรียนนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะโลหะที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเท่านั้น</p>																																			
<p><b>สาระการเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. โลหะหนัก <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">1.1 ทองแดง</td> <td style="width: 33%;">1.8 โครเมียม</td> <td style="width: 33%;">1.15 พลวง</td> </tr> <tr> <td>1.2 ตะกั่ว</td> <td>1.9 ทังสแตน</td> <td>1.16 แมงกานีส</td> </tr> <tr> <td>1.3 ดีบุก</td> <td>1.10 นิกเกิล</td> <td>1.17 เซอร์มันเนียม</td> </tr> <tr> <td>1.4 สังกะสี</td> <td>1.11 โคบอลต์</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.5 เงิน</td> <td>1.12 โมลิบดีนัม</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.6 ทองคำ</td> <td>1.13 วาเนเดียม</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.7 พรอท</td> <td>1.14 ทองคำขาว</td> <td></td> </tr> </table> </li> <li>2. โลหะเบา <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">2.1 อะลูมิเนียม</td> <td style="width: 33%;">2.3 ไททานเนียม</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.2 แมกนีเซียม</td> <td>2.4 เบริลเลียม</td> <td></td> </tr> </table> </li> <li>3. โลหะผสม <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">3.1 ทองแดงผสม</td> <td style="width: 33%;">3.3 โลหะผสมคุณภาพสูง</td> <td style="width: 33%;">3.5 ตะกั่วผสม</td> </tr> <tr> <td>3.2 นิกเกิลผสม</td> <td>3.4 ดีบุกผสม</td> <td>3.6 อะลูมิเนียมผสม</td> </tr> </table> </li> </ol>			1.1 ทองแดง	1.8 โครเมียม	1.15 พลวง	1.2 ตะกั่ว	1.9 ทังสแตน	1.16 แมงกานีส	1.3 ดีบุก	1.10 นิกเกิล	1.17 เซอร์มันเนียม	1.4 สังกะสี	1.11 โคบอลต์		1.5 เงิน	1.12 โมลิบดีนัม		1.6 ทองคำ	1.13 วาเนเดียม		1.7 พรอท	1.14 ทองคำขาว		2.1 อะลูมิเนียม	2.3 ไททานเนียม		2.2 แมกนีเซียม	2.4 เบริลเลียม		3.1 ทองแดงผสม	3.3 โลหะผสมคุณภาพสูง	3.5 ตะกั่วผสม	3.2 นิกเกิลผสม	3.4 ดีบุกผสม	3.6 อะลูมิเนียมผสม
1.1 ทองแดง	1.8 โครเมียม	1.15 พลวง																																	
1.2 ตะกั่ว	1.9 ทังสแตน	1.16 แมงกานีส																																	
1.3 ดีบุก	1.10 นิกเกิล	1.17 เซอร์มันเนียม																																	
1.4 สังกะสี	1.11 โคบอลต์																																		
1.5 เงิน	1.12 โมลิบดีนัม																																		
1.6 ทองคำ	1.13 วาเนเดียม																																		
1.7 พรอท	1.14 ทองคำขาว																																		
2.1 อะลูมิเนียม	2.3 ไททานเนียม																																		
2.2 แมกนีเซียม	2.4 เบริลเลียม																																		
3.1 ทองแดงผสม	3.3 โลหะผสมคุณภาพสูง	3.5 ตะกั่วผสม																																	
3.2 นิกเกิลผสม	3.4 ดีบุกผสม	3.6 อะลูมิเนียมผสม																																	






	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง สาระสำคัญ	วิทยาลัยเทคนิคพญา

**ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง**

1. บอกชื่อและลักษณะพื้นฐานของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กได้
2. บอกวิธีเลือกโลหะที่ไม่ใช่เหล็กไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม
3. บอกประโยชน์ของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กได้
4. อธิบายคุณสมบัติเฉพาะของโลหะที่ไม่ใช่เหล็กได้

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพิทยา

#### 4.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก คือ โลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่า  $5 \text{ kg/dm}^3$

**ทองแดง (Copper)**

**สัญลักษณ์ทางเคมี : Cu**




**รูปที่ 4.1** โลหะทองแดงสามารถดึงยืดตัวได้ดี ไม่ขาดง่าย ดึงขึ้นรูป รีดเป็นแผ่นบาง ๆ

**ลักษณะทั่วไป** เป็นโลหะสีแดงบรอนซ์ อ่อน เหนียว ผิวเป็นมันมีความลื่น สนิมมีลักษณะเป็นสีเขียว

**คุณสมบัติ** ดึงยืดตัวได้ดี ไม่ขาดง่าย ดึงขึ้นรูป รีดเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ดี นำไฟฟ้าและความร้อนได้มาก ทนการกัดกร่อนของกรดและน้ำทะเลได้ดี ทนการเสียดสี ไม่ทำปฏิกิริยากับแม่เหล็ก กัดง่าย ตัด เจาะได้ง่าย สนิมทองแดงมีสีเขียว เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเป็นอันตรายมาก

**การนำไปใช้งาน** ใช้ทำสายไฟฟ้า ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ความร้อน ชิ้นส่วนของคอมพิวเตอร์ ปลอกกระสุน เหยี่ยวกษาปณ์ ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ทำความเย็น ผสมกับสังกะสีเป็นทองเหลือง เป็นโลหะที่นิยมใช้กันมากเป็นอันดับสองรองจากเหล็ก

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

### ตะกั่ว (Lead)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Pb




รูปที่ 4.2 โลหะตะกั่ว

**ลักษณะทั่วไป** เป็นโลหะหนัก อ่อน นิ่ม เหนียว ลื่น ทนการกัดกร่อนได้ดี  
**คุณสมบัติ** การกัดกร่อน หลอมละลายและเทลงแบบได้ง่าย ประสานโลหะ  
 อื่นได้ดียึดตัวได้ดีที่อุณหภูมิที่สูง  $100^{\circ}\text{C}$  จะเปราะมาก สารประกอบตะกั่วเป็นพิษต่อ  
 ร่างกาย ถ้าสะสมมาก ๆ อาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต

**การนำไปใช้งาน** ใช้เป็นเซลล์และขั้วแบตเตอรี่ โลหะบัดกรี โลหะหุ้มสาย  
 เคเบิล แผ่นป้องกันรังสี หัวกระสุนปืน ทำสารตะกั่วผสมกับน้ำมันเบนซิน เพื่อ  
 ป้องกันการน็อกโลหะแข็ง โลหะพิวส์ ตัวพิมพ์ ส่วนผสมสี ฯลฯ



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างงานโลหะงานตะกั่ว

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

### ดีบุก (Tin)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Sn



รูปที่ 4.4 โลหะดีบุก


**ลักษณะทั่วไป** สีขาวบรอนซ์เงิน แฉวาว สวยงาม

**คุณสมบัติ** อ่อน ริดเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ดี เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ทนการกัดกร่อนไม่ทำปฏิกิริยากับกรดในอาหาร จุดหลอมตัวต่ำ หล่อขึ้นรูปได้ดี เกาะติดกันผิวงานซึ่งเป็นโลหะอื่นได้ดี

**การนำไปใช้งาน** เคลือบผิวท่อวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เคลือบผิวภาชนะบรรจุอาหาร เคลือบผิวเหล็กแผ่นทำวัสดุบัดกรี ภาชนะบรรจุอาหาร เครื่องครัว เครื่องประดับ หลอดบรรจุยา ยาสีฟัน



รูปที่ 4.5 ลักษณะงานโลหะดีบุก

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพิทยา

### สังกะสี (Zink)

สัญลักษณ์เคมี : Zn



รูปที่ 4.6 โลหะสังกะสี




รูปที่ 4.7 ลักษณะงานโลหะสังกะสี

**ลักษณะทั่วไป** เป็นโลหะอ่อนสีขาวปนน้ำเงิน แวววาว

**คุณสมบัติ** รีดเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ดี เคลือบติดกับโลหะอื่นได้ดี ทนการกัดกร่อนจากสนิมได้ดีไม่ทนกรด เกลือ และด่าง ถ้าเผาให้ร้อนที่ 90-160°C จะอ่อนตัว รีดเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ง่าย

**การนำไปใช้งาน** เป็นโลหะเคลือบแผ่นเหล็กอาบสังกะสีมุงหลังคา เคลือบเหล็กแผ่นท่อประปา ท่อเดินสายไฟ ลวดหนาม ฯลฯ

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพญา

**เงิน (Silver)**

**ลักษณะทางเคมี : Ag**

**ลักษณะทั่วไป** เป็นโลหะสีขาวเงินแวววาว

สวยงาม คงสภาพในบรรยากาศได้ดี ไม่มีหมอง

ไม่เป็นสนิม หายาก ราคาแพง

**คุณสมบัติ :** เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุดและความร้อนได้ดีมาก มีจุดหลอมตัวต่ำ เหนียว ขึ้นรูปได้ทั้งการตี การกลึง การรีด โดยไม่มีรอยแตกปริไม่เป็นสนิม มันวาว สะท้อนแสงได้ดี



**รูปที่ 4.8** ลักษณะโลหะเงิน

**การนำไปใช้งาน :** ใช้ทำเครื่องมือวัดด้วยแสง เช่น กล้องโทรทรรศน์ ทำหน้าสัมผัสอุปกรณ์ไฟฟ้าคุณภาพสูง ใช้ฉาบกระจกสะท้อนแสง สารประกอบไวแสงของฟิล์มถ่ายรูป ทำเครื่องประดับ สร้อย เข็มขัด ทำเหรียญเงินสกุลเงินต่าง ๆ ฯลฯ



**รูปที่ 4.9** ลักษณะโลหะเงินและการนำไปใช้



เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

### ทองคำ (Gold)


สัญลักษณ์ทางเคมี : Au



รูปที่ 4.10 โลหะทองคำมีความอ่อนตัวสูง สามารถนำไปขึ้นรูปได้หลายลักษณะ

ลักษณะทั่วไป : สีเหลืองอร่าม เปล่งแสงในตัว สวยงาม ไม่มีหมองไม่เป็นสนิม หายาก ราคาแพง

การนำไปใช้งาน สายโยงยึดต่อวงจรในชุดไอซีตัวเล็ก ๆ ของระบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำฟันปลอม ทำเครื่องประดับ เช่น สร้อย แหวน นาฬิกา กรอบพระ ฯลฯ

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพญา

### ปรอท (Mercury)

ลักษณะทางเคมี : Hg



รูปภาพที่ 4.11 ปรอทที่ใช้ทำเทอร์โมมิเตอร์

**ลักษณะทั่วไป** เป็นโลหะชนิดเหลว สีบรอนซ์ มีอัตราการหดตัว ขยายตัวสม่ำเสมอ

**คุณสมบัติ** ความหนาแน่นสูง นำความร้อนไฟฟ้าได้ดี มีอัตราการหดตัว การขยายตัวสม่ำเสมอ รวมตัวกับโลหะอื่นได้ (ยกเว้นเหล็กและทองคำขาว นิกเกิล ทังสเตน และโมลิบดีนัม)

**การนำไปใช้งาน** ใช้ทำเทอร์โมมิเตอร์ เครื่องวัดความดันโลหิต สวิตช์ควบคุมอุณหภูมิเครื่องเย็น สวิตช์ควบคุมระดับของเหลว อุปกรณ์ไฟฟ้า ฉาบหลอดไฟฟ้าเรืองแสง เครื่องมือทางอุตสาหกรรมเคมี ฯลฯ

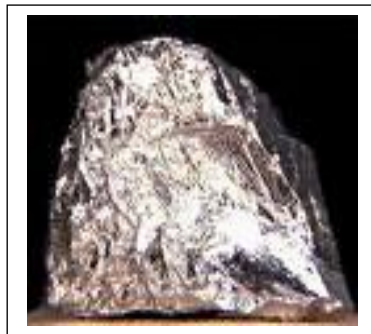




เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

### โครเมียม (Chromium)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Cr



รูปที่ 4.12 โลหะโครเมียม

ลักษณะทั่วไป : สีเงินเทา เป็นมันวาว

คุณสมบัติ : แข็ง ทนการกัดกร่อนได้ดี

การนำไปใช้งาน : ใช้ผสมในเนื้อเหล็กเพิ่มความแข็งแรง และป้องกันสนิมได้ดี  
ดีชุบผิวเหล็กป้องกันสนิม สีสวยงามแวววาว ทนแรงกระแทกได้ดี ใช้ในงาน  
อุตสาหกรรมเคมีและอุตสาหกรรมฟอกหนัง



รูปที่ 4.13 ผลิตภัณฑ์ชุบโลหะโครเมียม



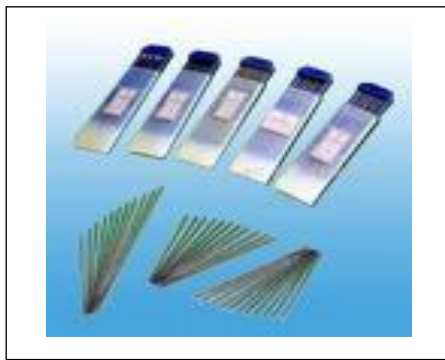
เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี

### ทังสแตน (Tungsten) หรือวูลแฟรม (Wolfram)

สัญลักษณ์ทางเคมี : W

ลักษณะทั่วไป: เป็นโลหะสีขาวเหมือนเงิน


คุณสมบัติ : จุดหลอมตัวสูงที่สุด ทนการกัดกร่อนได้ดีนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีทนและคงสภาพได้ดีที่อุณหภูมิสูง



การนำไปใช้งาน : ทำไส้หลอดไฟฟ้า ตัวต้านทานไฟฟ้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อุปกรณ์ทนความร้อนสูง ผสมในเนื้อเหล็กเพื่อทำเหล็กไร้สนิม เหล็กโรบสูง เหล็กเครื่องมือ โลหะแข็ง โลหะตัดคมความร้อนสูง



รูปที่ 4.15 งานที่ผลิตด้วยโลหะผสมทังสแตน

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพิทย

### นิกเกิล (Nickel)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Ni



รูปที่4.16 ลักษณะงานที่ผลิตด้วยโลหะนิกเกิล


**ลักษณะทั่วไป:** เป็นโลหะสีขาวคล้ายเงิน ผิวขัดขึ้นมันได้สวยงาม

**ค่าความเค้นแรงดึง :** อบเหนียว 40-50 กก./มม.<sup>2</sup> รีดแข็ง 70-80กก./มม.<sup>2</sup> ดัชนี

การนำไฟฟ้า : 11.1

**คุณสมบัติ :** เหนียว แข็ง ทนความร้อน ทนการกัดกร่อน ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีความดันทานสูง

**การนำไปใช้งาน :** ทางภาชนะบรรจุสารเคมี ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ตัวต้านทานไฟฟ้า อุปกรณ์ต่อและคานกระตุกในทางการแพทย์ ผสมในเนื้อเหล็ก ทนการกัดกร่อน

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

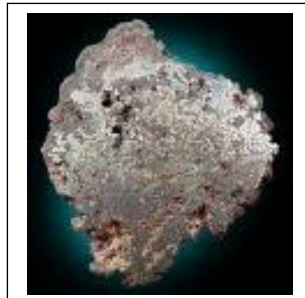
### โคบอลต์ (Cobalt)

สัญลักษณ์ทางเคมี : (Co)

ลักษณะทั่วไป เป็นโลหะสีขาวอมชมพูปนเทา

คุณสมบัติ มีความเหนียวมาก ทนการกัดกร่อน

การนำไปใช้งาน เป็นวัสดุประสานในการทำโลหะแข็งผสมในเนื้อเหล็กเพื่อ  
ทำแม่เหล็กถาวร เครื่องมือตัดความเร็วสูง โลหะคาร์ไบด์



รูปที่ 4.17 โคบอลต์ (Cobalt)

### โมลิบดีนัม (Molybdenum)

ลักษณะทางเคมี : Mo


ลักษณะทั่วไป เป็นโลหะสีเทาเงิน

คุณสมบัติ มีความเหนียว ทนแรงดึง ทนความร้อนได้ดี เป็นโลหะหล่อขึ้น  
รีดเป็นแผ่นและโค้งงอได้ดี

การนำไปใช้งาน ใช้ผสมสารหล่อลื่น ใช้ผสมทำโลหะแข็ง ใช้เป็นตัวเร่ง  
ปฏิกิริยาในการกลั่นน้ำมัน ใช้ทำตัวอิเล็กทรอนิกส์ในหลอดรังสีเอกซเรย์



รูปที่ 4.18 โมลิบดีนัม (Molybdenum)

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพิทยา

### วานเนเดียม (Vanadium)

สัญลักษณ์ทางเคมี : V



รูปที่ 4.19 วานเนเดียม (Vanadium)

ลักษณะทั่วไป เป็นโลหะสีเทาคล้ายเหล็ก

คุณสมบัติ ทนกรด ทนแรงดึงได้สูง ทนความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงมาก

การนำไปใช้งาน ผสมในเนื้อเหล็กเพื่อเพิ่มคุณภาพด้านความแข็งแรงคงทน ด้านความเหนียว ทนแรงดึงได้สูง ทนการกัดกร่อน

### ทองคำขาว (Platinum)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Pt

ลักษณะทั่วไป : เป็นโลหะสีขาว เป็นมันวาว ไม่เป็นสนิม มีน้ำหนักมาก

คุณสมบัติ : เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี ทนร้อนได้สูง ทนการกัดกร่อนและปฏิกิริยาเคมี ดึงเป็นเส้นเล็กรีดเป็นแผ่นบาง ๆ

การนำไปใช้งาน : ใช้ทำชิ้นส่วนวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือแพทย์ ฟันปลอม ตัวอุดฟัน เครื่องประดับ



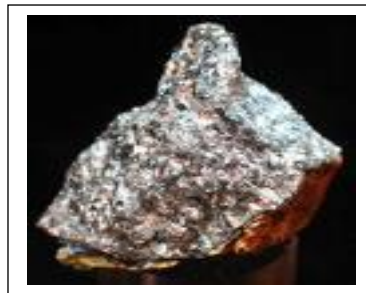
รูปที่ 4.20 ทองคำขาว



เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะหนัก	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

### พลวง (Antimony)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Sb



รูปที่ 4.21 พลวง

ลักษณะทั่วไป เป็นโลหะสีขาวคล้ายเงิน

คุณสมบัติ แข็ง เปราะ เมื่อผสมกับโลหะอื่นจะช่วยเพิ่มความแข็ง

การนำไปใช้งาน ใช้ผสมทำโลหะแบร็ง แผ่นธาตุแบตเตอรี่

### แมงกานีส (Manganese)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Mn


ลักษณะทั่วไป เป็นโลหะสีขาว เทา

คุณสมบัติ แข็ง เปราะ

การนำไปใช้งาน ผสมในเนื้อเหล็กเพื่อควบคุมการแยกตัวของกราฟไฟต์ ผสมอะลูมิเนียมเพื่อเพิ่มความแข็ง



รูปที่ 4.22 แมงกานีส

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะเบา	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

### เยอรมันเนียม (Germanium)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Gs



รูปที่ 4.23 เยอรมันเนียม

ลักษณะทั่วไป เป็นโลหะกึ่งผลึกใหญ่

คุณสมบัติ เป็นสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า

การนำไปใช้งาน ทำทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์

### 4.2 โลหะเบา

โลหะเบา คือ โลหะที่มีความหนาแน่นไม่เกิน 5 กก./ดม.<sup>3</sup> (kg/dm<sup>3</sup>)

อะลูมิเนียม (Aluminum)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Al

ลักษณะทั่วไป เป็นโลหะเบาสีเงิน ผิวละเอียด สวยงาม

กรรมวิธีผลิต นำสินแร่ออกไซด์มาสกัด และนำไปอบไล่น้ำในเตาหมุนที่

อุณหภูมิ 1,300°C จะได้อะลูมิเนียมออกไซด์



รูปที่ 4.24 ผลิตภัณฑ์จากอะลูมิเนียม (Aluminium)



เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะเบา	วิทยาลัยเทคนิคพญา

**คุณสมบัติ** น้ำหนักเบา มีความเหนียว หลอมละลายได้ง่าย ทนการกัดกร่อนของบรรยากาศ นำไฟฟ้าได้ดีรองจากทองแดง นำความร้อนได้ดี ขึ้นรูปได้ง่าย ทั้งการหล่อ อัด รีด ดึง ตัด กลึง ไส แต่ทนการคดงอได้น้อย เมื่อนำมาคดงอจะหัก

**การนำไปใช้งาน** ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องบิน ยานอวกาศ สายไฟฟ้า โคมไฟฟ้า ชิ้นส่วนของรถยนต์ ฝาสูบเครื่องยนต์ อุปกรณ์ประดับยนต์ แผ่นหลังคากรอบประตู หน้าต่าง บันได โครงฝ้าเพดาน เป็นวัสดุประดับ วัสดุหีบห่อเครื่องครัว และอื่น ๆ อีกมากมาย เนื่องจาก อะลูมิเนียม มีน้ำหนักเบา ขึ้นรูปได้ง่าย จึงเป็นโลหะนิยมใช้งานทั่วไปที่ต้องการความสวยงามและความแข็งแรงไม่มากนักกันอย่างแพร่หลายที่สุดอีกชนิดหนึ่ง

#### แมกนีเซียม (Magnesium)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Mg



รูปที่ 4.25 แมกนีเซียม (Magnesium)

**ลักษณะทั่วไป** เป็นโลหะเบาประมาณ 2/3 เท่าของอะลูมิเนียม มีความแข็งแรงน้อย ใช้เป็นโลหะหลักไม่ได้แต่เมื่อผสมกับโลหะอื่น จะสามารถเพิ่มคุณสมบัติให้โลหะอื่นได้ลู่เป็นไฟได้เองในอากาศ





เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะเบา	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์



รูปที่ 4.26 งานโลหะจากแมกนีเซียม เช่น โครงสร้างของกล้องถ่ายรูป

**คุณสมบัติ** น้ำหนักเบา ผสมกับโลหะอื่น เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส ซิลิกอน ทองแดง เพื่อลดน้ำหนัก เพิ่มความแข็งแรง ความสวยงาม ทนการเสียดสี ทนการกัดกร่อน ทนการสึกหรอ

**การนำไปใช้งาน** ใช้ผสมในโลหะสำหรับทำล้อรถยนต์เป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน เรียกว่า กระทะล้อแม็ก ทำชิ้นส่วนเครื่องบิน ยานอวกาศ ชิ้นส่วนเครื่องจักร เครื่องยนต์ เครื่องเทอร์ไบน์ เครื่องพิมพ์ และงานที่ต้องการลดน้ำหนักแต่คงไว้ซึ่งความแข็งแรง ถ้าเป็นแมกนีเซียมบริสุทธิ์จะไปใช้ทำแฟลช ฯลฯ

**ไททาเนียม (Titanium)**

**สัญลักษณ์ทางเคมี : Ti**



รูปที่ 4.27 ไททาเนียม



รูปที่ 4.28 เครื่องประดับ



เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะเบา	วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี

**ลักษณะทั่วไป** เป็นโลหะสีขาวเหมือนเงิน มีความแข็งแรง ทนแรงดึง ทนการกัดกร่อนได้ดี และทนอุณหภูมิได้สูง

**คุณสมบัติ** เป็นโลหะที่มีความแข็งแรง มีน้ำหนักเบา ทนแรงดึงได้สูง ทนการกัดกร่อนได้สูง ทนการสึกหรอ ทนการเสียดสี และทนอุณหภูมิได้สูงถึง 400°C

**การนำไปใช้งาน** ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องบิน ยานอวกาศ ชิ้นส่วนของเครื่องเทอร์ไบน์ในเครื่องบินไอพ่น ในเครื่องต้นกำลังผลิตไฟฟ้า ชิ้นส่วนในงานตัดกรรม กระตุก ผสมในเนื้อสีขาวเป็นโลหะผสมกับเหล็กกับอะลูมิเนียม เพื่อเสริมคุณสมบัติด้านความแข็งแรงทนทานตามความเหมาะสมของลักษณะการใช้งาน

#### เบริลเลียม (Beryllium)

สัญลักษณ์ทางเคมี : Be



รูปภาพที่ 4.29 เบริลเลียม และงานโลหะประกอบเบริลเลียม เช่น ไม้กอล์ฟ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

**คุณสมบัติทั่วไป** น้ำหนักเบา มีความแข็งแรงสูง ทนการกัดกร่อนได้ดี  
**การนำไปใช้งาน** ใช้เป็นโลหะผสมในงานที่น้ำหนักเบาและต้องการความแข็งแรงสูง



เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะผสม	วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง

### 4.3 โลหะผสม (Alloy Metal)

โลหะผสม หมายถึง โลหะตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปนำมาผสมและหลอมละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ในอัตราส่วนที่เท่ากันหรือแตกต่างกัน โลหะที่มีส่วนผสมมากกว่า เรียกว่า โลหะหลักในการผสม เพื่อให้ได้โลหะผสมที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น ทนต่อการสึกหรอทนต่อการกัดกร่อน ใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูงได้ มีความแข็งแรงและแข็งแรงมาก เป็นต้น

ปัจจุบัน โลหะผสมมีความสำคัญในชีวิตประจำวันและในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เครื่องใช้ภายในบ้าน เครื่องครัว ชิ้นส่วนของรถยนต์ เครื่องบิน ยานอวกาศ งานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ดังแสดงในรูป



รูปที่ 4.30 แสดงภาพตัดของเครื่องยนต์เจ็ท (Jet Engine) ซึ่งประกอบมาจากชิ้นส่วนจำนวนมากที่ทำมาจากโลหะผสม



เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
หัวข้อเรื่อง โลหะผสม	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

### ทองแดงผสม (Copper Alloyed)

1) ทองแดงผสมกับสังกะสี โดยมีทองแดงเป็นหลัก เช่น มีทองแดง 60% สังกะสี 40% จะได้โลหะผสมใหม่เรียกว่า “ทองเหลือง” (Brass) ถ้าทองแดง 60% ขึ้นไปจะเรียกว่า “ทองม้วน” (Tom back)

- คุณสมบัติทั่วไป มีสีเหลือง มีความแข็งมากกว่าทองแดง มีผิวมันลื่น ด้านทาน

- การนำไปใช้งาน ใช้ทำใบพัดเรือ ลูกกุญแจ ชิ้นส่วนของนาฬิกา ปลอกกระสุนปืน หล่อใช้ทำเครื่องใช้ภาชนะและเครื่องประดับต่างๆ

2) ทองแดงผสมกับดีบุก เรียกว่า “บรอนซ์ดีบุก” มีส่วนผสมของทองแดง ประมาณ 80% ดีบุก 20%

- คุณสมบัติทั่วไป ทนต่อการสึกกร่อนได้ดีกว่าทองเหลือง แต่ไม่เหนียวเท่าทองเหลือง รับภาระการงานได้สูง

- การนำไปใช้งาน ใช้ทำตลับลูกปืน ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่เป็นสปริง

3) ทองแดงผสมกับอะลูมิเนียม เรียกว่า “บรอนซ์อะลูมิเนียม” จะมีอะลูมิเนียมผสมอยู่ประมาณ 10% และมีนิกเกิล เหล็ก และแมงกานีสเล็กน้อย


- คุณสมบัติทั่วไป ช่วยเพิ่มความต้านทานการผุกร่อนมากขึ้นทนต่อการสึกหรอและป้องกันการเกิดออกซิเดชัน ณ อุณหภูมิสูงได้

- การนำไปใช้งาน ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล และเครื่องใช้ต่างๆ

4) ทองแดงผสมกับเบริลเลียม เรียกว่า เบริลเลียมบรอนซ์

5) ทองแดงผสมกับฟอสฟอรัส เรียกว่า ฟอสฟอรัสบรอนซ์

6) ทองแดงผสมกับนิกเกิล เรียกว่า ทองแดงนิกเกิล (Copper Nickels) หรือที่เรียกกันว่า “เงินเยอรมัน” นั่นเอง ใช้ทำเครื่องมือที่ต้องการความละเอียดอ่อน เช่น เครื่องมือเขียนแบบ โครงของนาฬิกาและเครื่องประดับ เป็นต้น

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะผสม	วิทยาลัยเทคนิคพัทยา

### นิกเกิลผสม (Nickel Alloy)

1) นิกเกิลผสมทองแดง มีนิกเกิล 70% ทองแดง 30% ได้โลหะผสมซึ่งเรียกว่า “โลหะโมนีล (Monel)” ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ทำขดลวด ด้านทานแหวนลูกสูบเครื่องยนต์ เป็นต้น

2) นิกเกิลผสมโครเมียม มีนิกเกิล 70-92% โครเมียม 8-30% ซึ่งเรียกโลหะผสมชนิดนี้ว่า “อินโคเนล” (Inconel) ใช้ทำชิ้นส่วนความเร็วสูงได้ดี มีความแข็งแรงสูงถึง 1,400 Mpa

3) นิกเกิลผสมโมลิบดีนัมและโครเมียม ได้โลหะผสมที่เรียกว่า “ฮาสเทลลอย” (Hastelloy) มีคุณสมบัติด้านทานการกัดกร่อนและแข็งแรงสูง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น


4) นิกเกิลผสมโครเมียมและเหล็ก ได้โลหะผสมที่เรียกว่า “นิโครม” (Nichrome) มีคุณสมบัติด้านทานการเกิดไฟฟ้าและการเกิดออกซิเดชัน ขณะอุณหภูมิสูงจึงนำไปใช้เป็นขดลวดไฟฟ้าเพื่อด้านทานทำให้เกิดความร้อน

### ดีบุกผสม (Tin Alloy)

ดีบุกผสมที่มีบุกเป็นหลักเรียกว่า “โลหะขาว” (White Metal) ซึ่งจะผสมด้วยทองแดง แอนติโมนี และตะกั่วอีกเล็กน้อย ธาตุที่ผสมลงไปจะช่วยให้ดีบุกแข็งแรงมีผิวแข็งขึ้น ด้านทานการกัดกร่อนดีขึ้น มีความยืดหยุ่นต่ำ ดีบุกผสมที่รู้จักกันดีก็คือ “แบบบิท” (Babbitts) ซึ่งประกอบด้วยดีบุก ทองแดง และแอนติโมนี นิยมนำไปใช้ทำภาชนะบนโต๊ะ ภาชนะก้นหลุม อุปกรณ์ตกแต่งทางศิลป์ เป็นต้น ดีบุกผสมกับตะกั่วเพียง 2 ชนิดนิยมนำไปใช้ทำตะกั่วบัดกรี เนื่องจากมีจุดหลอม-ละลายต่ำ

### ตะกั่วผสม (Lead Alloy)

ตะกั่วผสมที่สำคัญและรู้จักกันดีก็คือ ตะกั่วแข็ง (Hard Lead) ซึ่งมีส่วนผสมของตะกั่วเป็นหลัก มีส่วนผสมของโลหะอื่นอยู่ 5-25% เช่น มีดีบุกและทองแดงอีกเล็กน้อย มีคุณสมบัติหล่อลื่น รับภาระได้สูงกว่าเดิม ใช้ทำโครงของตลับลูกปืนและใช้หล่อทำตัวพิมพ์ต่างๆ ในอุตสาหกรรมการพิมพ์

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะผสม	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

### อะลูมิเนียมผสม (Aluminum Alloy)


อะลูมิเนียมผสมเป็นโลหะผสมที่มีบทบาทในงานอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์เป็นอย่างมาก อะลูมิเนียมผสมมีความแข็งแรงสูงกว่าเดิมและคุณสมบัติการนำไฟฟ้าและความร้อนลดลงอะลูมิเนียมมีการนำไปผสมกับโลหะอื่นหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่ดีแตกต่างกันไป อะลูมิเนียมผสมนิยมนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องยนต์ เช่น คาร์บูเรเตอร์หรือรับส่งน้ำมันก็ทำมาจากอะลูมิเนียมผสมเช่นกัน

อะลูมิเนียมผสมชนิดพิเศษ มีอะลูมิเนียมเป็นส่วนประสมหลัก มีซิลิกอน 25% ทองแดง 1% และมีส่วนผสมของนิกเกิลและแมกนีเซียมเล็กน้อยหรือนิกเกิลกับทองแดงเพื่อเพิ่มความแข็งแรงใช้งานที่มีอุณหภูมิสูง ทนต่อการสึกหรอได้ดี ซึ่งนำไปใช้ทำลูกสูบของเครื่องยนต์ทั่วไป


### โลหะผสมคุณภาพสูง (Super Alloy)

เป็นโลหะผสมที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงด้านทานการสึกหรอเมื่อใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิ เช่น ในเครื่องยนต์เจ็ท (Jet Engine) และแก๊สเทอร์ไบน์ (Gas - Turbine) แม้พิมพ์ งานร้อน งานนิวเคลียร์ งานเคมีและโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเลียมเคมี เป็นต้น สามารถใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูงถึง 1000°C (1800°F) ในสภาพรับแรง ชูเปอร์อัลลอย แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1) ชูเปอร์อัลลอยที่มีส่วนผสมของเหล็กเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วยเหล็ก 32-67% โครเมียม 15-22% และนิกเกิล 9-38%

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง โลหะผสม	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์

- 2) **ซูเปอร์อัลลอยที่มีส่วนผสมของโคบอลต์เป็นหลัก** ซึ่งประกอบด้วยโคบอลต์ 35-65% และนิกเกิล 35% โลหะผสมชนิดนี้ไม่แข็งแรงเท่ากับโลหะผสมที่ใช้ส่วนผสมของนิกเกิลเป็นหลัก แต่สามารถทำงานในสภาพที่มีความร้อนสูงกว่า
- 3) **ซูเปอร์อัลลอยที่มีนิกเกิลเป็นหลัก** เป็นชนิดที่นิยมใช้กันมากมีส่วนผสมของนิกเกิล 38-76% มีโครเมียม 27% และโคบอลต์ 20% ใช้ทำใบพัดของเครื่องยนต์เจ็ท ลูกปืนขอเครื่องยนต์เทอร์โบไค้ ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง แบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์


### แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 4


**คำสั่ง :** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ในงานอุตสาหกรรมได้แบ่งวัสดุไว้ 2 ประเภท คืออะไร  
ก. เหล็กและไม่ใช่เหล็ก ข. โลหะหนักและโลหะเบา ค. โลหะและอโลหะ ง. ถูกทุกข้อ
- โลหะหนักและโลหะเบาจัดอยู่ในโลหะประเภทใด  
ก. โลหะเหล็ก ข. โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก ค. โลหะผสม ง. โลหะเหล็กกรรมดา
- โลหะหนักจัดอยู่ในความหนาแน่นในข้อใด  
ก. ความหนาแน่นมากกว่า 5 กก/ดม<sup>3</sup> ข. ความหนาแน่นมากกว่า 0.5 กก/ดม<sup>3</sup>  
ค. ความหนาแน่นน้อยกว่า 5 กก/ดม<sup>3</sup> ง. ความหนาแน่นน้อยกว่า 0.5 กก/ดม<sup>3</sup>
- โลหะเบาจัดอยู่ในความหนาแน่นในข้อใด  
ก. ความหนาแน่นมากกว่า 5 กก/ดม<sup>3</sup> ข. ความหนาแน่นมากกว่า 0.5 กก/ดม<sup>3</sup>  
ค. ความหนาแน่นน้อยกว่า 5 กก/ดม<sup>3</sup> ง. ความหนาแน่นน้อยกว่า 0.5 กก/ดม<sup>3</sup>
- โลหะสีแดง บรอนซ์ อ่อน เหนียว ผิวเป็นมัน สนิมลักษณะสีเขียวตรงกับคุณสมบัติข้อใด  
ก. พลวง ข. ทองแดง ค. ทองคำ ง. ทองเหลือง
- รีดเป็นแผ่นบางเคลือบผิวโลหะได้ดีและไม่เป็นสนิม คือ คุณสมบัติข้อใด  
ก. สังกะสี ข. พรอท ค. แมงกานีส ง. โครบอลด์
- เคลือบผิวภาชนะบรรจุอาหาร เคลือบผิว เหล็กแผ่นทำวัสดุบัดกรีเป็นการนำไปใช้ประโยชน์ของโลหะใด  
ก. สังกะสี ข. ตะกั่ว ค. ดีบุก ง. โครบอลด์
- ทนการกัดกร่อนได้ดี ทนการกระแทกได้ดีชุบผิวเหล็กป้องกันสนิมตรงกับคุณสมบัติและการใช้งานของข้อใด  
ก. สังกะสี ข. พรอท ค. แมงกานีส ง. โครเมียม
- ทำภาชนะบรรจุสารเคมีและต่อกระดูก ในทางการแพทย์ตรงกับคุณสมบัติและประโยชน์ในข้อใด  
ก. นิกเกิล ข. ตะกั่ว ค. ดีบุก ง. โครเมียม





	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง แบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์
<p>19. “โลหะขาว” เป็นโลหะผสมตรงข้อใด</p> <p>ก. ดีบุก ทองแดง แอนติโมนี      ข. ดีบุก สังกะสี ตะกั่ว</p> <p>ค. ทองแดง สังกะสี แอนติโมนี      ง. ถูกทุกข้อ</p> <p>20. โลหะผสมคุณภาพสูง นิยมนำไปใช้งานลักษณะใด</p> <p>ก. ใช้งานในทะเล</p> <p>ข. ใช้งานในสถานที่ที่เป็นกรด</p> <p>ค. ใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เจ็ท</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>		

	เอกสารประกอบการสอน	หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
	รหัสวิชา 2100-1002 รายวิชา วัสดุช่างอุตสาหกรรม	ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
	หน่วยการสอนที่ 4 เรื่อง โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
	หัวข้อเรื่อง เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้	วิทยาลัยเทคนิคพญา

**เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน**

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

