

คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มวิชาบังคับ

531601 เทอร์โมไดนามิกส์และสมดุลของเฟส

4(4-0-12)

(Thermodynamics and Phase Equilibria)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

โครงสร้างของระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์และกฎของเทอร์โมไดนามิกส์ ตัวแปรและความสัมพันธ์ของตัวแปรทางเทอร์โมไดนามิกส์ สมดุลของระบบองค์ประกอบเดียวและหลายองค์ประกอบ เสถียรภาพของระบบเทอร์โมไดนามิกส์และปรากฏการณ์วิกฤต เทอร์โมไดนามิกส์ของระบบหลายองค์ประกอบ แผนภูมิสมดุลของเฟส การคำนวณและการสร้างแผนภูมิสมดุลของเฟส ผลของคาปิลลารีต่อสมดุลเทอร์โมไดนามิกส์ของระบบ เทอร์โมไดนามิกส์เชิงสถิติ และเคมีไฟฟ้าประยุกต์

เค้าโครงรายวิชา

1. โครงสร้างของระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์และกฎของเทอร์โมไดนามิกส์ (2 ชั่วโมง)
2. ตัวแปรและความสัมพันธ์ของตัวแปรทางเทอร์โมไดนามิกส์ (2 ชั่วโมง)
3. สมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์ของระบบ (4 ชั่วโมง)
4. สมดุลในระบบองค์ประกอบเดียว (4 ชั่วโมง)
5. สมดุลในระบบหลายองค์ประกอบแบบเอกพันธ์และวิวิธพันธ์ (8 ชั่วโมง)
6. เสถียรภาพของระบบเทอร์โมไดนามิกส์และปรากฏการณ์วิกฤต (4 ชั่วโมง)
7. เทอร์โมไดนามิกส์ของระบบหลายองค์ประกอบ แบบจำลองของสารละลาย (4 ชั่วโมง)
8. เทอร์โมไดนามิกส์ของแผนภูมิสมดุลและการสร้างแผนภูมิสมดุล (8 ชั่วโมง)
9. ผลของคาปิลลารีต่อสมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์ (4 ชั่วโมง)
10. เทอร์โมไดนามิกส์เชิงสถิติ (4 ชั่วโมง)
11. เคมีไฟฟ้าประยุกต์ (4 ชั่วโมง)

531602 โลหการกายภาพขั้นสูง

4(4-0-12)

(Advanced Physical Metallurgy)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

โครงสร้างและพันธะยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม ผลึกวิทยา เช่น โครงสร้างผลึก สมมาตรในผลึก เป็นต้น อิเล็กตรอนในโลหะและโลหะผสม การเกิดสารประกอบเชิงโลหะ ระเบียบจัดเรียงอะตอมในโลหะผสม ข้อบกพร่องในผลึก การประยุกต์ความรู้ทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์ ผลึกวิทยาและข้อบกพร่องในผลึกมาอธิบายปรากฏการณ์และพฤติกรรมต่าง ๆ ของโลหะ เช่น ทฤษฎีของดิสโลเคชันกับการเปลี่ยนรูปถาวร ผิวยอต่อการตกผลึก และกลไกการเพิ่มความแข็งแรงในโลหะและโลหะผสม การแข็งตัวของโลหะและโลหะผสม การเกิดข้อบกพร่องระหว่างการโตของผลึก และผลของข้อบกพร่องต่อสมบัติของผลึก การเปลี่ยนเฟสในสถานะของแข็ง ออร์เดอร์พารามิเตอร์และสมการคาน-ฮิลเลียด เป็นต้น

เค้าโครงรายวิชา

1. โครงสร้างและพันธะยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม ผลึกวิทยา (4 ชั่วโมง)
2. ทฤษฎีของวัสดุโลหะและระเบียบการจัดเรียงอะตอมในโลหะผสม (4 ชั่วโมง)
3. ข้อบกพร่องในผลึก (4 ชั่วโมง)
4. ทฤษฎีของดิสโลเคชัน (4 ชั่วโมง)
5. ดิสโลเคชันกับการเปลี่ยนรูปถาวร (4 ชั่วโมง)
6. ลักษณะของเกรน การกระจายตัวของเกรน ลักษณะของขอบเกรน และผิวยอต่อระหว่างเฟส (6 ชั่วโมง)
7. ข้อบกพร่องในผลึกที่ส่งผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงด้วยกลไกแบบต่าง ๆ (4 ชั่วโมง)
8. การแข็งตัวของโลหะและโลหะผสม (6 ชั่วโมง)
9. การเปลี่ยนเฟสในสถานะของแข็ง (6 ชั่วโมง)

10. สมการคาน-ฮิลเลียด (6 ชั่วโมง)

531603 ปรากฏการณ์ถ่ายโอน 4(4-0-12)

(Transport Phenomena)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

สมการปรากฏการณ์ถ่ายโอนต่าง ๆ การประยุกต์ใช้สมการถ่ายโอนต่าง ๆ ในทางวิศวกรรมโลหการ ความหนืด การนำความร้อน และ สัมประสิทธิ์การแพร่ การประยุกต์หลักการต่าง ๆ ทางปรากฏการณ์ถ่ายโอน

เค้าโครงรายวิชา

1. สมการปรากฏการณ์ถ่ายโอน (8 ชั่วโมง)
2. การประยุกต์ใช้สมการถ่ายโอนในทางวิศวกรรมโลหการ (8 ชั่วโมง)
3. ความหนืด (6 ชั่วโมง)
4. การนำความร้อน (6 ชั่วโมง)
5. สัมประสิทธิ์การแพร่ (12 ชั่วโมง)
6. การประยุกต์หลักการทางปรากฏการณ์ถ่ายโอน (8 ชั่วโมง)

กลุ่มวิชาเลือก

กลุ่มวิชาด้านโลหการกายภาพ

531711 การเปลี่ยนเฟสของโลหะและโลหะผสม 3(3-0-9)

(Phase Transformation in Metals and Alloys)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

เทอร์โมไดนามิกส์และสมดุลของเฟส การแพร่ในของแข็ง ฝักรอยต่อระหว่างผลึก การแข็งตัวของโลหะและโลหะผสม อัตราการเกิดนิวเคลียส อัตราการโตนิวเคลียสตามความสัมพันธ์ของออนซาเกอร์ การเปลี่ยนเฟสในสถานะของแข็ง สมการของจอห์นสัน-เมล-อาฟราโม-โคลโมกอรอฟ การเปลี่ยนเฟสโดยอาศัยการแพร่ การเปลี่ยนเฟสโดยไม่อาศัยการแพร่ ทฤษฎีของแลนดอว์

เค้าโครงรายวิชา

1. เทอร์โมไดนามิกส์และสมดุลของเฟส (3 ชั่วโมง)
2. การแพร่ในของแข็ง (6 ชั่วโมง)
3. ฝักรอยต่อระหว่างผลึก (3 ชั่วโมง)
4. การแข็งตัวของโลหะและโลหะผสม (6 ชั่วโมง)
5. การเปลี่ยนเฟสในสถานะของแข็ง (3 ชั่วโมง)
6. การเปลี่ยนเฟสแบบอาศัยการแพร่ เช่น การตกผลึกระหว่างการบ่ม การควบรวมผลึก การแยกตัวแบบสปินนอดอล (6 ชั่วโมง)
7. การเปลี่ยนเฟสอันดับสอง เช่น การเปลี่ยนเฟสแบบออร์เดอร์-ดีสออร์เดอร์ (3 ชั่วโมง)
8. การเปลี่ยนเฟสแบบไม่อาศัยการแพร่ เช่น การเปลี่ยนเฟสแบบมาร์เทนซิติก (3 ชั่วโมง)
9. ทฤษฎีของแลนดอว์ของการเปลี่ยนเฟส (3 ชั่วโมง)

531712 โครงสร้างและสมบัติทางกายภาพของวัสดุ**3(3-0-9)**

(Structure and Physical Properties of Materials)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

โครงสร้างอะตอมและโครงสร้างผลึก ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ การนำไฟฟ้าในวัสดุ วัสดุกึ่งตัวนำ วัสดุที่เป็นฉนวนและสมบัติการเป็นฉนวนไฟฟ้า การเป็นแม่เหล็ก สมบัติทางแสงและความร้อนของวัสดุ

เค้าโครงรายวิชา

- | | |
|-------------------------------------|-------------|
| 1. โครงสร้างอะตอมและโครงสร้างผลึก | (3 ชั่วโมง) |
| 2. ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ | (9 ชั่วโมง) |
| 3. การนำไฟฟ้าในวัสดุ | (3 ชั่วโมง) |
| 4. วัสดุกึ่งตัวนำไฟฟ้า | (6 ชั่วโมง) |
| 5. ฉนวนและสมบัติของการเป็นฉนวนไฟฟ้า | (3 ชั่วโมง) |
| 6. การเป็นแม่เหล็ก | (6 ชั่วโมง) |
| 7. สมบัติทางแสงของวัสดุ | (3 ชั่วโมง) |
| 8. สมบัติทางความร้อนของวัสดุ | (3 ชั่วโมง) |

531713 การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์**3(3-0-9)**

(X-Ray Diffraction)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

สมบัติของรังสีเอ็กซ์ การสร้างและการตรวจจับรังสีเอ็กซ์ การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ในผลึก เครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ การเลี้ยวเบนของวัสดุหลายผลึกและการเลี้ยวเบนของล้อย การระบุเฟสและโครงสร้างผลึก การวิเคราะห์เฟสเชิงปริมาณ การวิเคราะห์วัสดุหลายผลึกและการวัดแนวการจัดเรียงตัวของผลึก การวัดความเค้นตกค้างและทิศทางการเรียงตัวของผลึกเดี่ยว

เค้าโครงรายวิชา

- | | |
|--|---------------|
| 1. สมบัติของรังสีเอ็กซ์ การสร้างและการตรวจจับรังสีเอ็กซ์ | (3 ชั่วโมง) |
| 2. ระบบผลึกและโครงสร้างผลึก | (3 ชั่วโมง) |
| 3. การเลี้ยวเบนในเชิงของลักษณะทิศทาง | (3 ชั่วโมง) |
| 4. การเลี้ยวเบนในเชิงของความเข้มของรังสี | (3 ชั่วโมง) |
| 5. การเลี้ยวเบนในผลึก | (1.5 ชั่วโมง) |
| 6. เครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ | (4.5 ชั่วโมง) |
| 7. การเลี้ยวเบนของวัสดุหลายผลึกและการเลี้ยวเบนของล้อย | (3 ชั่วโมง) |
| 8. การระบุชนิดของเฟสและลักษณะโครงสร้างผลึก | (4.5 ชั่วโมง) |
| 9. การวิเคราะห์เฟสเชิงปริมาณ | (1.5 ชั่วโมง) |
| 10. การวิเคราะห์วัสดุหลายผลึกและการวัดแนวการจัดเรียงตัวของผลึก | (3 ชั่วโมง) |
| 11. การวัดความเค้นตกค้าง | (3 ชั่วโมง) |
| 12. การวัดทิศทางการเรียงตัวของผลึกเดี่ยว | (3 ชั่วโมง) |

531714 ข้อบกพร่องในของแข็ง**3(3-0-9)**

(Defects in Solids)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ข้อบกพร่องในผลึก ประเภทของข้อบกพร่อง ข้อบกพร่องแบบไร้มิติ ข้อบกพร่องแบบหนึ่งมิติหรือ ดิสโลเคชัน ลักษณะของดิสโลเคชัน ทฤษฎีความยืดหยุ่นและพลังงานของดิสโลเคชัน แรงบนดิสโลเคชันและอันตรกิริยาระหว่างดิสโลเคชัน ข้อบกพร่องแบบสองมิติขอบเกรนแบบต่าง ๆ รอยต่อระหว่างเฟส บทบาทของข้อบกพร่องในผลึกต่อสมบัติกายภาพและสมบัติเชิงกล การศึกษาและตรวจสอบข้อบกพร่องในของแข็ง

เค้าโครงรายวิชา

1. ผลึกสมบรูณ์และการมีข้อบกพร่องในผลึก ประเภทของข้อบกพร่อง (3 ชั่วโมง)
2. ข้อบกพร่องแบบไร้มิติ (6 ชั่วโมง)
3. ข้อบกพร่องแบบหนึ่งมิติหรือดิสโลเคชัน (9 ชั่วโมง)
4. ข้อบกพร่องแบบสองมิติ สมบัติของขอบเกรน การจัดเรียงของเกรน (9 ชั่วโมง)
5. บทบาทของข้อบกพร่องในผลึกต่อสมบัติกายภาพและสมบัติเชิงกล (6 ชั่วโมง)
6. การศึกษาและตรวจสอบข้อบกพร่องในของแข็ง (3 ชั่วโมง)

531715 เทคนิคขั้นสูงสำหรับการบ่งลักษณะของวัสดุ

3(3-0-9)

(Advanced Techniques for Materials Characterization)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แนวความคิดการตรวจสอบวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุ เทคโนโลยีสุญญากาศและหลักการทำงานของอุปกรณ์รับสัญญาณต่าง ๆ การวิเคราะห์โดยอาศัยการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ในผลึก การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคกล้องจุลทรรศน์แบบแสง การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และการวิเคราะห์ทางเคมีในเทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอน การวิเคราะห์ทางเคมีเฉพาะชั้นผิว การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการเรืองด้วยรังสีเอ็กซ์ การวิเคราะห์ทางเคมีโดยการดูดกลืนแสงของอะตอม

เค้าโครงรายวิชา

1. แนวคิดการตรวจสอบวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุ (3 ชั่วโมง)
2. เทคโนโลยีสุญญากาศและหลักการทำงานของอุปกรณ์รับสัญญาณต่าง ๆ (3 ชั่วโมง)
3. การวิเคราะห์โดยอาศัยการเลี้ยวเบน (3 ชั่วโมง)
4. การวิเคราะห์โดยเทคนิคเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (3 ชั่วโมง)
5. การวิเคราะห์โดยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (1.5 ชั่วโมง)
6. การวิเคราะห์โดยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (4.5 ชั่วโมง)
7. การวิเคราะห์โดยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (6 ชั่วโมง)
8. การวิเคราะห์ทางเคมีในเทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (3 ชั่วโมง)
9. การวิเคราะห์ทางเคมีเฉพาะชั้นผิว (3 ชั่วโมง)
10. การวิเคราะห์โดยหลักการเรืองของรังสีเอ็กซ์ (3 ชั่วโมง)
11. การวิเคราะห์ทางเคมีโดยการดูดกลืนแสงของอะตอม (3 ชั่วโมง)

กลุ่มวิชาด้านโลหการเคมี

531721 เคมีเชิงกายภาพของของหลอมเหลวในทางโลหวิทยา

3(3-0-9)

(Physical Chemistry of Melts in Metallurgy)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

โครงสร้างและสมบัติทางจลนศาสตร์ของโลหะหลอมเหลว ของของหลอมเหลวในสภาวะไอออนิกและในสภาวะพอลิเมอร์ เทอร์โมไดนามิกส์ของสารละลายที่เป็นโลหะ สารละลายเกลือหลอมเหลว ของของหลอมเหลวในสภาวะพอลิเมอร์ และสแลกและแมตส์ สมดุลวิวิธพันธ์และแผนภาพพลังงานอิสระ จลนศาสตร์เคมีและจลนศาสตร์การถ่ายโอนปรากฏการณ์ระหว่างผิวหน้า ปฏิกริยาระหว่างโลหะหลอมเหลวและแก๊ส และระหว่างโลหะหลอมเหลวและสแลกหรือเกลือ

เค้าโครงรายวิชา

1. โครงสร้างและสมบัติทางจลนศาสตร์ของของไหลหนืดของไหลหนืดในสภาวะไอออนิกและในสภาวะพอลิเมอร์ (6 ชั่วโมง)
2. สมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารละลายโลหะ (6 ชั่วโมง)
3. เทอร์โมไดนามิกส์ของสารละลายเกลือของไหลหนืด (3 ชั่วโมง)
4. เทอร์โมไดนามิกส์ของสารละลายพอลิเมอร์ (3 ชั่วโมง)
5. เทอร์โมไดนามิกส์ของสแลกและแมตส์ (3 ชั่วโมง)
6. สมดุลวิวิธพันธ์และแผนภาพพลังงานอิสระ (3 ชั่วโมง)
7. จลนศาสตร์เคมีและจลนศาสตร์การถ่ายโอน (6 ชั่วโมง)
8. ปรากฏการณ์ระหว่างผิวหน้า (3 ชั่วโมง)
9. ปฏิกริยาระหว่างโลหะของไหลหนืดและแก๊ส โลหะของไหลหนืดและสแลกหรือเกลือ (3 ชั่วโมง)

531722 การทำโลหะให้บริสุทธิ์

3(3-0-9)

(Refining of Metals)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

หลักการและการประยุกต์ใช้เทอร์โมไดนามิกส์ สมดุลเฟสและจลนศาสตร์ในการทำโลหะและโลหะผสมมีความบริสุทธิ์ สารละลาย สัมประสิทธิ์ปฏิสัมพันธ์และปฏิกิริยาทางเคมีของโลหะกับแก๊สและของโลหะกับสแลก กระบวนการทางความร้อนสำหรับการทำให้มีความบริสุทธิ์ของโลหะที่ได้รับความสนใจ การทำให้โลหะบริสุทธิ์ด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า กระบวนการทำให้โลหะบริสุทธิ์และการหมุนเวียนโลหะกลับมาใช้ใหม่

เค้าโครงรายวิชา

1. เทอร์โมไดนามิกส์และสมบัติการถ่ายโอน (6 ชั่วโมง)
2. สารละลาย สารละลายเจือจาง (3 ชั่วโมง)
3. การทำโลหะให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้นด้วยกรรมวิธีความร้อน
 - 3.1 สัดส่วนการกระจายตัวของธาตุ จลนศาสตร์ของปฏิกิริยาการทำให้บริสุทธิ์ (3 ชั่วโมง)
 - 3.2 สแลกที่ใช้ในการทำโลหะบริสุทธิ์ (3 ชั่วโมง)
 - 3.3 ปฏิกริยาระหว่างสแลกและโลหะ (3 ชั่วโมง)
 - 3.4 สมดุลระหว่างโลหะและโลหะ (3 ชั่วโมง)
 - 3.5 ปฏิกริยาระหว่างโลหะและแก๊ส (3 ชั่วโมง)
4. การสกัดโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกรรมวิธีไฟฟ้า (6 ชั่วโมง)
5. โลหะวิทยาการทำโลหะให้บริสุทธิ์และการหมุนเวียนโลหะมาใช้ใหม่ (6 ชั่วโมง)

531723 กระบวนการทางเคมีไฟฟ้าของวัสดุ

3(3-0-9)

(Electrochemical Processing of Materials)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

หลักการของเซลล์เคมีไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าด้วยประจุ ศักย์ของขั้วไฟฟ้า เทอร์โมไดนามิกส์ของเซลล์ กระบวนการถ่ายโอนในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ จลนศาสตร์ที่ขั้วไฟฟ้าและปรากฏการณ์ระหว่างผิวหน้า เทคนิคการวัดที่อาศัยเคมีไฟฟ้า กระบวนการในอุตสาหกรรมที่อาศัยเคมีไฟฟ้า แบตเตอรี่และเซลล์เชื้อเพลิง

เค้าโครงรายวิชา

1. กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าด้วยประจุ (1.5 ชั่วโมง)
2. ศักย์ของขั้วไฟฟ้า (1.5 ชั่วโมง)
3. เทอร์โมไดนามิกส์ของเซลล์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์และทฤษฎีของเดออร์บาย-ฮุกเคิล (3 ชั่วโมง)
4. กระบวนการถ่ายโอนในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (3 ชั่วโมง)
5. จลนศาสตร์ที่ขั้วไฟฟ้าและปรากฏการณ์ที่ผิวรอยต่อ (6 ชั่วโมง)

6. เทคนิคการวัดที่อาศัยเคมีไฟฟ้า (6 ชั่วโมง)
7. กระบวนการในอุตสาหกรรมที่อาศัยเคมีไฟฟ้า (9 ชั่วโมง)
8. แบตเตอรี่และเซลล์เชื้อเพลิง (6 ชั่วโมง)

531724 การกัดกร่อนของโลหะขั้นสูง (Advanced Corrosion of Metals) 3(3-0-9)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แถมมเชิงวิศวกรรมของการกัดกร่อนและการควบคุมการกัดกร่อน ประเภทเซลล์เคมีไฟฟ้าของการกัดกร่อน ประเภทของการเสียหายจากการกัดกร่อน กลไกการกัดกร่อนและวิธีการป้องกัน พอร์เบซีไดอะแกรม จลนศาสตร์ของข้อไฟฟ้า การศึกษาโดยวิธีโพเทนทิโอสแตติกและการใช้ค่าที่ได้สำหรับออกแบบทางวิศวกรรม แถมมของสภาวะแวดล้อมของการกัดกร่อนในสภาวะเปียกน้ำ การป้องกันการกัดกร่อนในสภาวะเปียกน้ำ ออกซิเดชัน-การกัดกร่อนในสภาวะแห้ง ความรู้พื้นฐานกลศาสตร์เคมีสำหรับการกัดกร่อน

เค้าโครงรายวิชา

1. ประเภทเซลล์เคมีไฟฟ้าของการกัดกร่อน (3 ชั่วโมง)
2. ประเภทของการเสียหายจากการกัดกร่อน (3 ชั่วโมง)
3. พอร์เบซีไดอะแกรม (3 ชั่วโมง)
4. จลนศาสตร์ของข้อไฟฟ้า (9 ชั่วโมง)
 - 4.1 โชนไฟฟ้าสองชั้น
 - 4.2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกระแสไฟฟ้า
 - 4.3 เทอร์โมไดนามิกส์ของกระบวนการผันกลับไม่ได้และโพลาริเซชัน
 - 4.4 ชนิดของโพลาริเซชัน สมการบัตเลอร์-โวลเมอร์ สมการทาเฟล และปฏิกิริยาการเกิดไฮโดรเจน
 - 4.5 ไดอะแกรมศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
 - 4.6 แพสซีวติและอาโนดิก
5. การศึกษาโดยวิธีโพเทนทิโอสแตติกและการใช้ค่าที่ได้สำหรับออกแบบทางวิศวกรรม (6 ชั่วโมง)
6. แถมมของสภาวะแวดล้อมของการกัดกร่อนในสภาวะเปียกน้ำ (3 ชั่วโมง)
7. การป้องกันการกัดกร่อนในสภาวะเปียกน้ำ (3 ชั่วโมง)
8. ออกซิเดชัน-การกัดกร่อนในสภาวะแห้ง (3 ชั่วโมง)
9. ความรู้พื้นฐานกลศาสตร์เคมีสำหรับการกัดกร่อน (3 ชั่วโมง)

531725 เคมีเชิงกายภาพของการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า 3(3-0-9)

(Physical Chemistry of Iron and Steel Manufacturing)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ภาพรวมของการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า เคมีเชิงกายภาพขั้นพื้นฐาน ฟังก์ชันเทอร์โมไดนามิกส์ สารละลาย จลนศาสตร์ของปฏิกิริยา เคมีเชิงกายภาพของการผลิตเหล็กในเตาเบส สเมตติงและการถลุงโดยตรง เคมีเชิงกายภาพของการผลิตเหล็กกล้าขั้นต้น การปรับปรุงส่วนผสมทางเคมีของน้ำเหล็กขั้นต้น ปฏิกิริยาระหว่างน้ำเหล็กและสแลก การผลิตเหล็กกล้าโดยใช้ออกซิเจน การผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาหลอมไฟฟ้าแบบอาร์ค การปรับปรุงส่วนผสมทางเคมีของน้ำเหล็กขั้นปลาย การลดออกซิเจน การลดคาร์บอนและแก๊สต่าง ๆ เทคโนโลยีการผลิตเหล็กสะอาด เทคโนโลยีการหล่อแบบต่อเนื่อง

เค้าโครงรายวิชา

1. กระบวนการการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
2. พื้นฐานเคมีกายภาพสำหรับการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า (6 ชั่วโมง)
 - 2.1 เทอร์โมไดนามิกส์ของสารละลาย
 - 2.2 จลนศาสตร์ของปฏิกิริยาเคมี
 - 2.3 สมบัติของเหล็กและเหล็กกล้าหลอมเหลว
3. เคมีกายภาพของการผลิตเหล็ก (6 ชั่วโมง)
 - 3.1 การผลิตเหล็กโดยเตาเบส
 - 3.2 การผลิตเหล็กทางเลือก
4. เคมีกายภาพของการป้อนน้ำเหล็กขั้นต้นและการป้อนน้ำเหล็กในเตาบีโอเอฟ (3 ชั่วโมง)
5. เคมีกายภาพการป้อนน้ำเหล็กในเตาไฟฟ้าแบบอาร์ก (3 ชั่วโมง)
6. การปรุงสแลกในการกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
7. การป้อนน้ำเหล็กขั้นปลาย (6 ชั่วโมง)
 - 7.1 โลหวิทยาการป้อนน้ำเหล็กในเลดีล
 - 7.2 โลหวิทยาการป้อนน้ำเหล็กในสภาวะสุญญากาศ
8. เทคโนโลยีการผลิตเหล็กสะอาด (3 ชั่วโมง)
9. โลหวิทยาและกระบวนการหล่อแบบต่อเนื่อง (3 ชั่วโมง)

531726 จลนศาสตร์ในกระบวนการทางโลหการ

3(3-0-9)

(Kinetics in Metallurgical Processes)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของความเข้มข้น อัตราเร็วของปฏิกิริยา ผลของอุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยา การกำหนดลำดับของปฏิกิริยา ทฤษฎีจลนศาสตร์ของปฏิกิริยา ปฏิกิริยาที่ถูกควบคุมโดยการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาที่ถูกควบคุมโดยการแพร่ ปฏิกิริยาในระบบของเหลวสองชนิด จลนศาสตร์ของการก่อตัวและการโตของผลึก จลนศาสตร์ในระบบที่มีความร้อนไม่สม่ำเสมอ

เค้าโครงรายวิชา

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อิทธิพลของความเข้มข้นและอุณหภูมิ (6 ชั่วโมง)
2. การกำหนดลำดับปฏิกิริยาเคมี (6 ชั่วโมง)
 - 2.1 วิธีอินทิเกรต
 - 2.2 วิธีครึ่งชีวิต
 - 2.3 วิธีของฟานต์ฮอฟฟ์
3. ทฤษฎีจลนศาสตร์ของปฏิกิริยา (6 ชั่วโมง)
 - 3.1 ทฤษฎีการชน
 - 3.2 ทฤษฎีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์
4. การควบคุมปฏิกิริยาโดยทางเคมีและโดยการแพร่ (9 ชั่วโมง)
5. ปฏิกิริยาในระบบของเหลวสองชนิด (3 ชั่วโมง)
6. จลนศาสตร์ของการก่อตัวและการโตของผลึก (3 ชั่วโมง)
7. จลนศาสตร์ในระบบที่มีความร้อนไม่สม่ำเสมอ (3 ชั่วโมง)

531727 ปริมาณสารสัมพันธ์และเทอร์โมไดนามิกส์ในกระบวนการทางโลหการ**3(3-0-9)**

(Stoichiometry and Thermodynamics in Metallurgical Processes)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

สมดุลมวลและสมดุลพลังงานในกระบวนการทางโลหการ เชื้อเพลิงและการเผาไหม้ กฎของเทอร์โมไดนามิกส์
ทฤษฎีของสารละลาย สมดุลในระบบที่ซับซ้อนในงานโลหการ

เค้าโครงรายวิชา

1. การทำสมดุลวัสดุในกระบวนการทางโลหการ (9 ชั่วโมง)
 - 1.1 ปริมาณสัมพันธ์
 - 1.2 กฎการอนุรักษ์มวล
 - 1.3 วิธีการคำนวณการทำสมดุลวัสดุในกระบวนการทางโลหการต่าง ๆ
2. กฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์ (3 ชั่วโมง)
3. เชื้อเพลิงและการเผาไหม้ (3 ชั่วโมง)
4. การทำสมดุลพลังงานในกระบวนการทางโลหการ (9 ชั่วโมง)
 - 4.1 กฎการอนุรักษ์พลังงาน
 - 4.2 วิธีการคำนวณการทำสมดุลวัสดุในกระบวนการทางโลหการต่าง ๆ
5. กฎข้อที่ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์และฟังก์ชันเอนโทรปี (3 ชั่วโมง)
6. ทฤษฎีของสารละลาย (3 ชั่วโมง)
7. การเปลี่ยนแปลงของพลังงานอิสระและค่าคงที่สมดุล (3 ชั่วโมง)
8. สมดุลในระบบที่ซับซ้อน (3 ชั่วโมง)

531728 โลหการเคมีขั้นสูง**3(3-0-9)**

(Advanced Chemical Metallurgy)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

เทอร์โมไดนามิกส์ของการย่างแร่ การแคลซิเนชัน และการผลิตโลหะโดยการรีดักชัน แผนภูมิ $\text{P}_{\text{SO}_2} - \text{P}_{\text{O}_2}$ ของระบบ Metal - Sulfur - Oxygen ที่อุณหภูมิสูง การผลิตโลหะจากโลหะออกไซด์ โลหะซัลไฟด์หรือโลหะเฮไลด์ สมบัติของกากถลุง และเกลือหลอมเหลว การทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยการรมวิธีออกซิไดซิง การทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกำมะถัน เทคนิคการชะละลายและหลักเกณฑ์การเลือกใช้สารละลายเคมีที่นำมาใช้ในการชะละลายและสภาวะเงื่อนไขกรรมวิธีการชะละลาย การสกัดโลหะออกจากสารละลายด้วยกรรมวิธีซีเมนเตชัน กรรมวิธีการรีดักชันด้วยแก๊ส และกรรมวิธีการตกผลึกด้วยสารเคมี กระบวนการอิเล็กโทรไลติก เช่น อิเล็กโทรวินนิ่ง และอิเล็กโทรรีไฟนิง การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อโลหการเคมีขั้นสูง

เค้าโครงรายวิชา

1. เทอร์โมไดนามิกส์ของการย่างแร่ การแคลซิเนชัน และการผลิตโลหะโดยการรีดักชัน (4 ชั่วโมง)
2. แผนภูมิ $\text{P}_{\text{SO}_2} - \text{P}_{\text{O}_2}$ ของระบบ Metal - Sulfur - Oxygen ที่อุณหภูมิสูง (4 ชั่วโมง)
3. ทฤษฎีการผลิตโลหะจากโลหะออกไซด์ โลหะซัลไฟด์หรือโลหะเฮไลด์ (4 ชั่วโมง)
4. แผนภูมิสมดุลของระบบทวิออกไซด์ และไตรออกไซด์ ในการหลอมรวมกัน เป็น สแลก (กากถลุง) และเกลือหลอมเหลว (4 ชั่วโมง)
5. ทฤษฎีและการคำนวณการทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยการรมวิธีออกซิไดซิง (4 ชั่วโมง)
6. ทฤษฎีและการคำนวณการทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกำมะถัน (4 ชั่วโมง)
7. เทคนิคการชะละลายและหลักเกณฑ์การเลือกใช้สารละลายเคมีที่นำมาใช้ในการชะละลายและสภาวะเงื่อนไขกรรมวิธีการชะละลาย (4 ชั่วโมง)
8. การสกัดโลหะออกจากสารละลายด้วยกรรมวิธีซีเมนเตชัน (4 ชั่วโมง)
กรรมวิธีการรีดักชันด้วยแก๊ส และกรรมวิธีการตกผลึกด้วยสารเคมี
9. ทฤษฎีและการคำนวณในกระบวนการอิเล็กโทรไลติก เช่น อิเล็กโทรวินนิ่ง และอิเล็กโทรรีไฟนิง (4 ชั่วโมง)

กลุ่มวิชาด้านวัสดุและโลหะการเครื่องกล

531731 พฤติกรรมเชิงกลของโลหะและวัสดุ

3(3-0-9)

(Mechanical Behavior of Metals and Materials)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

กลศาสตร์ต่อเนื่อง การตอบสนองของวัสดุเมื่อได้รับแรงกระทำจากภายนอก การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ความเค้นและความเครียด โครงสร้างและการเปลี่ยนรูปของวัสดุ การเปลี่ยนรูปแบบถาวรและเกณฑ์การครากตัว กลไกการเพิ่มความแข็งแรงในวัสดุ การแตกในทางวิศวกรรม กลไกการเปลี่ยนรูปและกลไกการแตกในโลหะและวัสดุ การทดสอบประเมินผลและวิเคราะห์สมบัติเชิงกลของโลหะและวัสดุ การวิเคราะห์อิทธิพลของโครงสร้างทางจุลภาคต่อพฤติกรรมเชิงกลของวัสดุ กลศาสตร์การแตกและการเติบโตของรอยแตกเนื่องจากความล้า การศึกษาหัวข้อที่น่าสนใจเกี่ยวกับพฤติกรรมเชิงกลของโลหะและวัสดุ

เค้าโครงรายวิชา

1. กลศาสตร์ต่อเนื่อง (3 ชั่วโมง)
2. โครงสร้างและการเปลี่ยนรูปในวัสดุ (3 ชั่วโมง)
3. การเปลี่ยนรูปแบบถาวรและเกณฑ์การครากตัว (6 ชั่วโมง)
4. กลไกการเพิ่มความแข็งแรงในโลหะและวัสดุ (6 ชั่วโมง)
5. การแตกในทางวิศวกรรม (3 ชั่วโมง)
6. การทดสอบ วิเคราะห์และประเมินผลสมบัติเชิงกลของโลหะและวัสดุ (6 ชั่วโมง)
7. กลศาสตร์การแตกและการเติบโตของรอยแตกเนื่องจากความล้า (6 ชั่วโมง)
8. การศึกษาหัวข้อที่น่าสนใจเกี่ยวกับพฤติกรรมเชิงกลของโลหะและวัสดุ (3 ชั่วโมง)

531732 กลศาสตร์การแตกของโลหะและวัสดุ

3(3-0-9)

(Fracture Mechanics of Metals and Materials)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ทฤษฎีการแตกแบบเปราะในโลหะและวัสดุ กลศาสตร์การแตก กลศาสตร์การแตกแบบอิลาสติกเชิงเส้น กลศาสตร์การแตกแบบอิลาสติกพลาสติก ปัจจัยที่มีผลต่อความแกร่งของโลหะและวัสดุ การตรวจสอบและวิเคราะห์การแตกในวัสดุวิศวกรรม การประยุกต์ใช้กลศาสตร์การแตกในการออกแบบการใช้งานวัสดุวิศวกรรม

เค้าโครงรายวิชา

1. การแตกแบบเปราะในโลหะและวัสดุ (6 ชั่วโมง)
2. กลศาสตร์การแตก (6 ชั่วโมง)
3. กลศาสตร์การแตกแบบอิลาสติกเชิงเส้น (LEFM) (6 ชั่วโมง)
4. กลศาสตร์การแตกแบบอิลาสติกพลาสติก (EPFM) (6 ชั่วโมง)
5. ปัจจัยที่มีผลต่อความแกร่งของโลหะและวัสดุ (6 ชั่วโมง)
6. การตรวจสอบและการวิเคราะห์การแตกในวัสดุวิศวกรรม (3 ชั่วโมง)
7. การประยุกต์ใช้กลศาสตร์การแตกในการออกแบบการใช้งานวัสดุวิศวกรรม (3 ชั่วโมง)

531733 ความล้าของโลหะและวัสดุ

3(3-0-9)

(Fatigue of Metals and Materials)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ทฤษฎีของความล้า การหาอายุทางความล้าของชิ้นงานโดยการควบคุมความเค้นและการหาอายุทางความล้าของชิ้นงานโดยการควบคุมความเครียด การเติบโตของรอยแตกเนื่องจากความล้า ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติความล้าในโลหะและวัสดุ การออกแบบเพื่อป้องกันความล้า ความล้าที่อุณหภูมิสูง ความล้าที่มีผลร่วมกับการกัดกร่อน การวิเคราะห์ความเสียหายจากความล้าที่เกิดขึ้นในสภาพการใช้งานทางวิศวกรรม

เค้าโครงรายวิชา

1. ทฤษฎีของความล้า (3 ชั่วโมง)
2. การหาอายุทางความล้าของชิ้นงานโดยการควบคุมความเค้น และการหาอายุทางความล้าของชิ้นงานโดยการควบคุมความเครียด (6 ชั่วโมง)
3. การเติบโตของรอยแตกเนื่องจากความล้า (6 ชั่วโมง)
4. ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติความล้าในโลหะและวัสดุ (12 ชั่วโมง)
5. การออกแบบป้องกันความเสียหายจากความล้า (3 ชั่วโมง)
6. การวิเคราะห์ความเสียหายจากความล้าที่เกิดขึ้นในสภาพการใช้งานทางวิศวกรรม (6 ชั่วโมง)

531734 การขึ้นรูปโลหะขั้นสูง

3(3-0-9)

(Advanced Metal Forming)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

โลหะการเครื่องกลขั้นสูงสำหรับกระบวนการขึ้นรูปโลหะ การเปลี่ยนรูปถาวรในระดับโครงสร้าง งานในอุดมคติ และงานจริงในการขึ้นรูปโลหะ ความผิดในงานขึ้นรูปโลหะ การวิเคราะห์พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการขึ้นรูปโลหะ การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในการขึ้นรูปโลหะด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลขและการใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุน แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี กระบวนการขึ้นรูปสมัยใหม่

เค้าโครงรายวิชา

1. โลหะการเครื่องกลขั้นสูงสำหรับกระบวนการขึ้นรูปโลหะ (9 ชั่วโมง)
2. การเปลี่ยนรูปถาวรในระดับโครงสร้าง (3 ชั่วโมง)
3. งานในอุดมคติและงานจริงในการขึ้นรูปโลหะ (3 ชั่วโมง)
4. ความผิดในงานขึ้นรูปโลหะ (3 ชั่วโมง)
5. การวิเคราะห์พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการขึ้นรูปโลหะ (6 ชั่วโมง)
6. การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในการขึ้นรูปโลหะ การใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุน (6 ชั่วโมง)
7. แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี กระบวนการขึ้นรูปสมัยใหม่ (6 ชั่วโมง)

531735 การวิเคราะห์ความเสียหายในโลหะและวัสดุ

3(3-0-9)

(Failure Analysis in Metals and Materials)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การวิเคราะห์ความเสียหายทางวิศวกรรม การเปลี่ยนรูป กลศาสตร์การแตก ประเภทของความเสียหาย เช่น การแตกแบบเปราะ การแตกแบบเหนียว การแตกระหว่างเกรน ความเสียหายเนื่องจากความล้า ความเสียหายเนื่องจากการกัดกร่อนและอุณหภูมิสูง ปัจจัยที่มีผลต่อประเภทของความเสียหาย ผลของอุณหภูมิและสิ่งแวดล้อมต่อการเกิดความเสียหายทางวิศวกรรม หลักการวิเคราะห์ความเสียหาย วิธีการเครื่องมือและเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นในโลหะและวัสดุ กรณีศึกษาการวิเคราะห์ความเสียหายในโลหะและวัสดุ การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อการวิเคราะห์ความเสียหายในโลหะและวัสดุ

เค้าโครงรายวิชา

1. การวิเคราะห์ความเสียหายทางวิศวกรรม (6 ชั่วโมง)
2. ประเภทของความเสียหาย (6 ชั่วโมง)
3. ปัจจัยที่มีผลต่อประเภทของความเสียหาย (6 ชั่วโมง)
4. กระบวนการวิเคราะห์ความเสียหาย เครื่องมือ และเทคนิคในการวิเคราะห์ (6 ชั่วโมง)
5. กรณีศึกษาการวิเคราะห์ความเสียหายในโลหะและวัสดุ (12 ชั่วโมง)

กลุ่มวิชาโครงสร้างและคุณสมบัติวัสดุ

531741 วัสดุขั้นสูงสำหรับงานโครงสร้างและเครื่องมือ (Advanced Structural and Tool Materials) 3(3-0-9)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แนวคิดของการพัฒนาวัสดุขั้นสูงสำหรับโครงสร้างและงานการผลิต เทอร์โมไดนามิกส์ของการเกิดวัสดุไร้รูปผลึก โลหการกายภาพของวัสดุไร้รูปผลึก วัสดุขั้นสูงสำหรับใช้ในงานโครงสร้าง วัสดุไร้รูปผลึก วัสดุใช้งานอุณหภูมิสูง โลหะผสมจำรูป และวัสดุที่ออกแบบปรับเปลี่ยนตามการใช้ วัสดุเซรามิกขั้นสูงสำหรับขัดสีและงานตัด

เค้าโครงรายวิชา

1. แนวคิดของการพัฒนาวัสดุขั้นสูงสำหรับงานโครงสร้างและงานการผลิต (3 ชั่วโมง)
2. เทอร์โมไดนามิกส์ของการเกิดวัสดุไร้รูปผลึก (3 ชั่วโมง)
3. โลหการกายภาพของวัสดุไร้รูปผลึก (3 ชั่วโมง)
4. วัสดุใช้งานอุณหภูมิสูงและโลหะการกายภาพของวัสดุทนอุณหภูมิสูง (6 ชั่วโมง)
5. โลหะผสมจำรูปและโลหะการกายภาพของโลหะผสมจำรูป (6 ชั่วโมง)
6. วัสดุที่ออกแบบปรับเปลี่ยนตามการใช้งาน (6 ชั่วโมง)
7. วัสดุเซรามิกขั้นสูงสำหรับงานขัดสีและงานตัด (9 ชั่วโมง)

531742 วัสดุและอุปกรณ์เชิงชีวภาพ (Biomaterials and Bio-Devices) 3(3-0-9)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แนวคิดของการพัฒนาวัสดุและอุปกรณ์เชิงชีวภาพ สมบัติเชิงกล สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางพื้นผิวของวัสดุ ชีววิทยาและชีวเคมีของเซลล์และเนื้อเยื่อ การตอบสนองของเซลล์และเนื้อเยื่อต่อวัสดุชีวภาพและการประเมินความเข้ากันได้ การเสื่อมสภาพของวัสดุเชิงชีวภาพ การประยุกต์ใช้และการออกแบบอุปกรณ์เชิงชีวภาพในทางการแพทย์และทางชีววิทยา กฎเกณฑ์มาตรฐานและจริยธรรมในการวิจัยและพัฒนาวัสดุและอุปกรณ์เชิงชีวภาพ

เค้าโครงรายวิชา

1. แนวคิดของการพัฒนาวัสดุและอุปกรณ์เชิงชีวภาพ (3 ชั่วโมง)
2. สมบัติเชิงกล สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางพื้นผิวของวัสดุ (6 ชั่วโมง)
3. ชีววิทยาและชีวเคมีของเซลล์และเนื้อเยื่อ (6 ชั่วโมง)
4. ปฏิกริยาที่ตอบสนองต่อวัสดุชีวภาพและการประเมินความเข้ากันได้ (6 ชั่วโมง)
5. การเสื่อมสภาพของวัสดุเชิงชีวภาพ (3 ชั่วโมง)
6. การประยุกต์ใช้และการออกแบบวัสดุเชิงชีวภาพทางการแพทย์และทางชีววิทยา (9 ชั่วโมง)
7. กฎเกณฑ์มาตรฐานและจริยธรรมในการวิจัยและพัฒนาวัสดุและอุปกรณ์เชิงชีวภาพ (3 ชั่วโมง)

531743 วัสดุอิเล็กทรอนิกส์และแม่เหล็ก (Electronic and Magnetic Materials) 3(3-0-9)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แนวคิดของการพัฒนาวัสดุสำหรับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ทรานซิสเตอร์ ไดโอด และแอคทูเอเตอร์ สมบัติทางไฟฟ้า แม่เหล็ก ทางแสงและทางกายภาพของวัสดุ วัสดุชนิดที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ วัสดุกึ่งตัวนำ วัสดุเพียโซอิเล็กทริก วัสดุเพอร์โรแมกเนติก วัสดุฟอโตนิกส์ อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และสถาปัตยกรรมของหน่วยความจำ การผลิตวัสดุและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำและแนวคิดของการพัฒนาวัสดุอิเล็กทรอนิกส์และแม่เหล็ก (3 ชั่วโมง)
2. สมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ (3 ชั่วโมง)
3. สมบัติทางแม่เหล็กของวัสดุ (3 ชั่วโมง)

4. สมบัติทางแสงและทางกายภาพอื่น ๆ ของวัสดุ (6 ชั่วโมง)
5. วัสดุที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ วัสดุกึ่งตัวนำ วัสดุเพียโซอิเล็กทริก
เฟอร์ไรต์แมกเนติก และวัสดุฟอโตนิกส์ (6 ชั่วโมง)
6. อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และสถาปัตยกรรมของหน่วยความจำ (6 ชั่วโมง)
7. การผลิตวัสดุและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (9 ชั่วโมง)

531744 วิทยาศาสตร์การแข็งตัว **3(3-0-9)**
(Solidification Science)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

หลักการการถ่ายเทความร้อนและการแยกตัวของธาตุผสมของตัวถูกละลาย ผลของคาปิลลารี แบบจำลองการแข็งตัวแบบต่าง ๆ การแข็งตัวของโลหะและโลหะผสม การถ่ายเทของมวลที่รอยต่อระหว่างของแข็งและของเหลว ความไม่เสถียรของสัณฐานระหว่างผิวหน้าของแข็งและของเหลว เซลล์และเดนไดรต์ การแข็งตัวแบบยูเทคติก และเพอริเทคติก การแข็งตัวตามทิศทางและการแยกตัวของธาตุผสม การแข็งตัวแบบฉับพลัน การแข็งตัวในกระบวนการผลิตโลหะ

เค้าโครงรายวิชา

1. หลักการการถ่ายเทความร้อนการแยกตัวของธาตุผสมและผลของคาปิลลารี (3 ชั่วโมง)
2. แบบจำลองการแข็งตัวแบบต่าง ๆ (3 ชั่วโมง)
3. การแข็งตัวของโลหะและโลหะผสม (6 ชั่วโมง)
4. ความไม่เสถียรของสัณฐานระหว่างผิวหน้าของแข็งและของเหลว (3 ชั่วโมง)
5. เซลล์และเดนไดรต์ (3 ชั่วโมง)
6. การแข็งตัวแบบยูเทคติก และเพอริเทคติก (3 ชั่วโมง)
7. การแข็งตัวตามทิศทางและการแยกตัวของธาตุผสม (3 ชั่วโมง)
8. การแข็งตัวแบบฉับพลัน (3 ชั่วโมง)
9. การแข็งตัวในกระบวนการผลิตโลหะ (9 ชั่วโมง)

531745 โลหวิทยาโลหะผง **3(3-0-9)**
(Powder Metallurgy)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ทฤษฎีขั้นสูงของโลหะวิทยาโลหะผง ทฤษฎีอะตอมไม่เสถียรและการปฏิบัติในอุตสาหกรรม ทฤษฎีการขึ้นรูปผงโลหะ ทฤษฎีการเผาผนึกและการปฏิบัติในอุตสาหกรรม เทอร์โมไดนามิกส์ของบรรยากาศการเผาผนึก วัสดุที่ผลิตด้วยกระบวนการโลหวิทยาโลหะผง การออกแบบกระบวนการและชิ้นงานโลหะวิทยาโลหะผง ข้อคำนึงในการออกแบบเพื่อผลิตชิ้นส่วนโลหะวิทยาโลหะผง การแปรผลจากโครงสร้างจุลภาคในผลิตภัณฑ์เผาผนึก การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงในงานโลหวิทยาโลหะผง กรณีศึกษาในงานโลหะวิทยาโลหะผง พัฒนาการใหม่ในกระบวนการโลหวิทยาโลหะผง

เค้าโครงรายวิชา

1. ทฤษฎีขั้นสูงของโลหะวิทยาโลหะผง (3 ชั่วโมง)
2. ทฤษฎีอะตอมไม่เสถียรและการปฏิบัติในอุตสาหกรรม (3 ชั่วโมง)
3. ทฤษฎีการขึ้นรูปผงโลหะ (3 ชั่วโมง)
4. ทฤษฎีการเผาผนึกและการปฏิบัติในอุตสาหกรรม (3 ชั่วโมง)
5. เทอร์โมไดนามิกส์ของบรรยากาศการเผาผนึก (3 ชั่วโมง)
6. วัสดุที่ผลิตด้วยกระบวนการโลหวิทยาโลหะผง (3 ชั่วโมง)
7. การออกแบบกระบวนการและชิ้นงานโลหะวิทยาโลหะผง (3 ชั่วโมง)
8. ข้อคำนึงในการออกแบบเพื่อผลิตชิ้นส่วนโลหะวิทยาโลหะผง (3 ชั่วโมง)
9. การแปรผลโครงสร้างจุลภาคในผลิตภัณฑ์เผาผนึก (3 ชั่วโมง)
10. การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงในงานโลหะวิทยาโลหะผง (3 ชั่วโมง)
11. กรณีศึกษาในงานโลหะวิทยาโลหะผง (3 ชั่วโมง)

12. พัฒนาการใหม่ในกระบวนการโลหวิทยาโลหะผง (3 ชั่วโมง)

531746 โลหวิทยาโลหะผงของเหล็ก 3(3-0-9)

(Ferrous Powder Metallurgy)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

กระบวนการผลิตโลหะผงเหล็กและเหล็กกล้า การบ่งลักษณะของผง เทคนิคการขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะผงเหล็กในอุตสาหกรรม ข้อบกพร่องในชิ้นงานอัดขึ้นรูป การเผาผนึกชิ้นส่วนเหล็กและเหล็กกล้า กระบวนการทุติยภูมิสำหรับชิ้นส่วนเหล็กกล้า โครงสร้าง สมบัติและการใช้งานของเหล็กกล้าที่ผลิตจากโลหะผง ข้อคำนึงในการออกแบบชิ้นส่วนที่ผลิตจากโลหะผงของเหล็ก โลหวิทยาโลหะผงของเหล็กกล้าไร้สนิม การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อโลหวิทยาโลหะผงของเหล็ก

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำโลหวิทยาโลหะผงของเหล็ก (3 ชั่วโมง)
2. กระบวนการผลิตผงเหล็กและเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
3. ลักษณะของผง (3 ชั่วโมง)
4. เทคนิคการขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะผงในอุตสาหกรรม (6 ชั่วโมง)
5. ข้อบกพร่องในชิ้นงานอัดขึ้นรูป (3 ชั่วโมง)
6. การเผาผนึกชิ้นส่วนเหล็กและเหล็กกล้า (6 ชั่วโมง)
7. กระบวนการทุติยภูมิสำหรับชิ้นส่วนเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
8. โครงสร้าง สมบัติ และการใช้งานชิ้นส่วนเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
9. ข้อคำนึงในการออกแบบชิ้นส่วน (3 ชั่วโมง)
10. โลหวิทยาโลหะผงของเหล็กกล้าไร้สนิม (3 ชั่วโมง)

531747 การเผาผนึก 3(3-0-9)

(Sintering)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ทฤษฎีขั้นสูงของการเผาผนึก ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์และจลนศาสตร์ของการเผาผนึก ผงโลหะชนิดเดียว ผงโลหะหลายชนิด ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์และจลนศาสตร์ของการเผาผนึกเฟสของเหลว ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์และจลนศาสตร์ของการเผาผนึกโดยใช้แรงดันช่วย อุปกรณ์ในการเผาผนึก เทคนิคการวัดตัวแปรในการเผาผนึก บรรยากาศในการเผาผนึก สาเหตุและแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องจากการเผาผนึก เทคนิคการเผาผนึกขั้นสูงและทิศทางในอนาคต

เค้าโครงรายวิชา

1. ทฤษฎีขั้นสูงของการเผาผนึก (3 ชั่วโมง)
2. ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์และจลนศาสตร์ของการเผาผนึกผงโลหะชนิดเดียว (6 ชั่วโมง)
3. ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์และจลนศาสตร์ของการเผาผนึกผงโลหะหลายชนิด (6 ชั่วโมง)
4. ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์และจลนศาสตร์ของการเผาผนึกเฟสของเหลว (3 ชั่วโมง)
5. ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์และจลนศาสตร์ของการเผาผนึกโดยใช้ความดันช่วย (3 ชั่วโมง)
6. อุปกรณ์ในการเผาผนึก (3 ชั่วโมง)
7. เทคนิคการวัดตัวแปรในการเผาผนึก (3 ชั่วโมง)
8. บรรยากาศในการเผาผนึก (3 ชั่วโมง)
9. ข้อบกพร่องจากการเผาผนึก สาเหตุและแนวทางแก้ไข (3 ชั่วโมง)
10. เทคนิคการเผาผนึกขั้นสูงและทิศทางในอนาคต (3 ชั่วโมง)

531748 หลักการการเชื่อมต่อโลหะ**3(3-0-9)**

(Principle of Metal Welding)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ประวัติและคำนิยามการเชื่อมต่อ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อ การเปลี่ยนเฟสขณะทำการเชื่อมต่อ ปรากฏการณ์ถ่ายโอนที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อ ปรากฏการณ์ทางกลที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อ ปัญหาที่พบในการเชื่อมต่อและมาตรฐานการเชื่อมต่อ การประยุกต์หลักการที่ได้ศึกษามาในการพัฒนางานเชื่อมต่อชนิดใหม่

เค้าโครงรายวิชา

1. ประวัติและคำนิยามการเชื่อมต่อ (1 ชั่วโมง)
2. เทคโนโลยีการเชื่อมต่อ (8 ชั่วโมง)
3. การเปลี่ยนเฟสขณะทำการเชื่อมต่อ (6 ชั่วโมง)
4. ปรากฏการณ์ถ่ายโอนในขณะทำการเชื่อมต่อ (6 ชั่วโมง)
5. ปรากฏการณ์ทางกลที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อ (6 ชั่วโมง)
6. ปัญหาที่พบในการเชื่อมต่อ และมาตรฐานการเชื่อมต่อ (6 ชั่วโมง)
7. การประยุกต์หลักการที่ได้ศึกษามาในการพัฒนางานเชื่อมต่อชนิดใหม่ (3 ชั่วโมง)

531749 ฟิสิกส์ของกระบวนการทางวัสดุด้วยแสงเลเซอร์**3(3-0-9)**

(Physics of Laser Materials Processing)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

พื้นฐานด้านเลเซอร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแสงเลเซอร์กับสสาร กระบวนการทางความร้อนอันเกิดจากปฏิสัมพันธ์ของแสงเลเซอร์กับวัสดุ ปรากฏการณ์พลาสมาในกระบวนการทางวัสดุด้วยแสงเลเซอร์ กลไกทางกายภาพที่เกิดขึ้นขณะกระบวนการทางวัสดุด้วยแสงเลเซอร์ การพัฒนาด้านกระบวนการทางวัสดุด้วยแสงเลเซอร์สำหรับอนาคต

เค้าโครงรายวิชา

1. พื้นฐานด้านเลเซอร์ (6 ชั่วโมง)
2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแสงเลเซอร์กับสสาร (6 ชั่วโมง)
3. กระบวนการทางความร้อนอันเกิดจากปฏิสัมพันธ์ของแสงเลเซอร์กับวัสดุ (6 ชั่วโมง)
4. ปรากฏการณ์พลาสมาในกระบวนการทางวัสดุด้วยแสงเลเซอร์ (6 ชั่วโมง)
5. กลไกทางกายภาพที่เกิดขึ้นขณะกระบวนการทางวัสดุด้วยแสงเลเซอร์ (6 ชั่วโมง)
6. การพัฒนาด้านกระบวนการทางวัสดุด้วยแสงเลเซอร์สำหรับอนาคต (6 ชั่วโมง)

531750 นาโนเทคโนโลยี**3(3-0-9)**

(Nanotechnology)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

บทน่านาโนเทคโนโลยี การสังเคราะห์วัสดุนาโน โมเลกุลลาร์นาโนเทคโนโลยี ผงวัสดุนาโน คาร์บอนนาโนทิวบ์ วัสดุนาโนโฟโตนิกส์ วัสดุนาโนออปติกส์ นาโนอิเล็กทรอนิกส์ การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในอนาคต

เค้าโครงรายวิชา

1. บทน่านาโนเทคโนโลยี (6 ชั่วโมง)
2. การสังเคราะห์วัสดุนาโน (6 ชั่วโมง)
3. โมเลกุลลาร์นาโนเทคโนโลยี (6 ชั่วโมง)
4. ผงวัสดุนาโน (3 ชั่วโมง)
5. คาร์บอนนาโนทิวบ์ (3 ชั่วโมง)
6. วัสดุนาโนโฟโตนิกส์ (3 ชั่วโมง)
7. วัสดุนาโนออปติกส์ (3 ชั่วโมง)
8. นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (3 ชั่วโมง)
9. การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในอนาคต (3 ชั่วโมง)

531751 โลหะและโลหะผสมใช้งานอุณหภูมิสูง**3(3-0-9)**

(High Temperature Metals and Alloys)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ลักษณะของโลหะและโลหะผสมที่อุณหภูมิสูง สมบัติเชิงกลที่อุณหภูมิสูง การกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูง สมบัติของโลหะผสมทนความร้อนสูงที่มีเหล็กเป็นส่วนผสมหลัก สมบัติของซูเปอร์อัลลอยด์ สมบัติของโลหะผสมนอกกลุ่มเหล็กชนิดทนความร้อนสูง

เค้าโครงรายวิชา

1. ความสำคัญ ประเภทและการใช้งานของโลหะและโลหะผสมในสภาวะอุณหภูมิสูง สมบัติทางกลและการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูง (6 ชั่วโมง)
2. โลหะกลุ่มเหล็กทนความร้อนสูง (6 ชั่วโมง)
 - 2.1 เหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสม
 - 2.2 เหล็กกล้าไร้สนิม
3. สมบัติ การผลิตและการใช้งานซูเปอร์อัลลอยด์ (9 ชั่วโมง)
4. โลหะและวัสดุนอกกลุ่มเหล็กทนความร้อนสูง (9 ชั่วโมง)
 - 4.1 ไทเทเนียมและไทเทเนียมผสม
 - 4.2 โลหะและวัสดุทนไฟ
 - 4.3 โลหะผสมกลุ่มนิกเกิล-โครเมียม
 - 4.4 สารประกอบโลหะ
 - 4.5 วัสดุทนความร้อนสูงอื่นๆ
5. การควบคุมสมบัติสำหรับการใช้งานอุณหภูมิสูง (6 ชั่วโมง)

531752 โลหการกายภาพของเหล็กกล้า**3(3-0-9)**

(Physical Metallurgy of Steels)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ลักษณะพื้นฐานของเหล็ก ปฏิกริยาพื้นฐานในระบบโลหะผสมระหว่างเหล็กกับคาร์บอนและระบบโลหะผสมของเหล็กที่มีธาตุผสม การแตกตัวของออสเตไนต์ในระบบโลหะผสมของเหล็กกับคาร์บอนที่มีธาตุผสมอื่น ๆ อีก พฤติกรรมทางกลของเหล็กและเหล็กกล้า กลไกการเพิ่มความแข็งแรง กระบวนการผลิต สมบัติต่าง ๆ และการประยุกต์ใช้เหล็กเกรดต่าง ๆ เช่น เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เหล็กกล้าโครงสร้างที่มีคาร์บอนและแมงกานีสเป็นธาตุผสมหลัก เหล็กกล้าทางวิศวกรรมที่มีความแข็งแรงสูง เหล็กกล้าไร้สนิม เหล็กกล้าเกรดพิเศษต่าง ๆ เหล็กกล้าแผ่นเคลือบผิว

เค้าโครงรายวิชา

1. ประเภท สมบัติ การผลิตและการใช้งานเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
2. ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของเหล็ก (3 ชั่วโมง)
3. ระบบโลหะผสมของเหล็ก (6 ชั่วโมง)
 - 3.1 การก่อตัวของโลหะผสม
 - 3.2 แผนภาพเฟสของโลหะผสมของเหล็ก
 - 3.3 การเปลี่ยนเฟสในโลหะผสมของเหล็ก
4. การแตกตัวของออสเตไนต์ในระบบโลหะผสมของเหล็กกับคาร์บอนที่มีธาตุผสมอื่น ๆ (3 ชั่วโมง)
5. พฤติกรรมทางกลของเหล็กและเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
6. กลไกการเพิ่มความแข็งแรงของเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
7. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (3 ชั่วโมง)
8. เหล็กกล้าโครงสร้างและเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง (3 ชั่วโมง)
9. เหล็กกล้าไร้สนิม (3 ชั่วโมง)
10. เหล็กกล้าพิเศษต่าง ๆ (3 ชั่วโมง)
11. เหล็กกล้าแผ่นเคลือบผิว (3 ชั่วโมง)

531753 วัสดุเชิงประกอบเนื้อพื้นโลหะ**3(3-0-9)**

(Metal Matrix Composites)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ประเภทของวัสดุเชิงประกอบ วัสดุเชิงประกอบเนื้อพื้นโลหะ เนื้อพื้นโลหะและวัสดุเสริมแรง กลศาสตร์ของวัสดุเชิงประกอบ ได้แก่ อีลาสติคซิตี วิสโคอีลาสติคซิตี วัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใย วัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยอนุภาค วัสดุเชิงประกอบที่มีรูพรุน เป็นต้น กระบวนการผลิตขึ้นรูปและการออกแบบ การทดสอบสมบัติเชิงกล กายภาพ ไฟฟ้า และเคมี การวิเคราะห์ความเสียหาย การเสื่อมสภาพและกลไกที่เกิดความเสียหายของวัสดุเชิงประกอบ การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อวัสดุเชิงประกอบเนื้อพื้นโลหะ

เค้าโครงรายวิชา

1. ประเภทของวัสดุเชิงประกอบ (3 ชั่วโมง)
2. เนื้อพื้นโลหะและวัสดุเสริมแรง (3 ชั่วโมง)
3. กลศาสตร์ของวัสดุเชิงประกอบ (9 ชั่วโมง)
4. กระบวนการผลิตขึ้นรูปและการออกแบบ (9 ชั่วโมง)
5. การทดสอบสมบัติ (6 ชั่วโมง)
6. การวิเคราะห์ความเสียหาย การเสื่อมสภาพและกลไกที่เกิดความเสียหายของวัสดุเชิงประกอบ (3 ชั่วโมง)
7. การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อวัสดุเชิงประกอบเนื้อพื้นโลหะ (3 ชั่วโมง)

กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการผลิตโลหะและวัสดุ**531761 ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สกับโลหะสำหรับกระบวนการทางความร้อน****3(3-0-9)**

(Gas-Metal Reactions for Heat Treatment)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

เทอร์โมไดนามิกส์โลหะการ ทบทวนการคำนวณฟังก์ชันทางเทอร์โมไดนามิกส์พื้นฐานที่สำคัญ ศักย์เคมีและสมดุลเคมี บรรยากาศของแก๊สภายในเตาอบ ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สต่าง ๆ ภายในเตาอบ การจัดแบ่งประเภทบรรยากาศภายในเตาอบ และกรรมวิธีการจัดเตรียมบรรยากาศแก๊สผสมในเตาอบ ส่วนผสมทางเคมีของบรรยากาศแก๊สผสมที่ไม่เป็นอันตรายต่อเหล็กกล้าอบ การควบคุมบรรยากาศของแก๊สภายในเตาอบ การอบชุบแข็งผิวเหล็กกล้าโดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างแก๊สกับโลหะ การควบคุมปริมาณคาร์บอนที่ผิวเหล็กกล้าขณะอบเหล็กกล้าและการควบคุมกระบวนการทำแก๊สคาร์บูไรซิง การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อ ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สกับโลหะสำหรับกระบวนการทางความร้อน

เค้าโครงรายวิชา

1. เทอร์โมไดนามิกส์โลหะการ (8 ชั่วโมง)
 - 1.1 การคำนวณฟังก์ชันทางเทอร์โมไดนามิกส์พื้นฐาน
 - 1.2 ศักย์เคมี
 - 1.3 สมดุลเคมี
2. บรรยากาศของแก๊สภายในเตาอบ (10 ชั่วโมง)
 - 2.1 การเตรียมบรรยากาศแก๊สผสมในเตาอบโดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างแก๊สต่างชนิด
 - 2.2 การจัดแบ่งประเภทบรรยากาศแก๊สผสมที่จัดเตรียมไว้สำหรับการอบในโอกาสต่าง ๆ
 - 2.3 ส่วนผสมทางเคมีของบรรยากาศแก๊สผสมที่ไม่เป็นอันตรายต่อการอบโลหะ (เหล็กกล้า)
3. การควบคุมบรรยากาศของแก๊สภายในเตาอบ (2 ชั่วโมง)
4. การอบชุบแข็งผิวเหล็กกล้า โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างแก๊สกับโลหะ (8 ชั่วโมง)
 - 4.1 แก๊สคาร์บูไรซิง
 - 4.2 คาร์บอนไนไตรดิง
 - 4.3 แก๊สไนไตรดิง
 - 4.4 การทำไนโตรคาร์บูไรซิงด้วยแก๊ส

5. การควบคุมปริมาณคาร์บอนที่ผิวเหล็กกล้าขณะอบเหล็กกล้า (8 ชั่วโมง)
 - 5.1 การควบคุมสัณฐานคาร์บอน
 - 5.2 การควบคุมกระบวนการทำแก๊สคาร์บูไรซิง

531762 เทคโนโลยีสะอาดเพื่ออุตสาหกรรมโลหะ (Green Technology for Metal Industry) 3(3-0-9)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การเกิดแก๊สเรือนกระจก มลพิษ มลภาวะ และกากของเสียในอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ การควบคุม การกำจัดและการบำบัดมลพิษ มลภาวะและกากของเสียในอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ การศึกษาแนวทางการควบคุมกระบวนการการผลิตโลหะเพื่อให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การศึกษากระบวนการการนำโลหะกลับมาใช้ใหม่

เค้าโครงรายวิชา

1. การเกิดแก๊สเรือนกระจก มลพิษ มลภาวะ และกากของเสียในอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ (6 ชั่วโมง)
2. การควบคุม การกำจัดและการบำบัดมลพิษ มลภาวะ และกากของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ (9 ชั่วโมง)
3. การศึกษาแนวทางการควบคุมกระบวนการการผลิตโลหะเพื่อให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (6 ชั่วโมง)
4. การศึกษากระบวนการการนำโลหะกลับมาใช้ใหม่ (15 ชั่วโมง)
 - 4.1 เหล็กและเหล็กกล้า
 - 4.2 อะลูมิเนียม
 - 4.3 ทองแดง
 - 4.4 ตะกั่ว สังกะสี และดีบุก
 - 4.5 โลหะมีค่าที่น่าสนใจอื่นๆ

531763 เทคโนโลยีเหล็กหล่อ (Cast Iron Technology) 3(3-0-9)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การแบ่งประเภทเหล็กหล่อ โลหวิทยาพื้นฐานของเหล็กหล่อ ลักษณะการแข็งตัวของเหล็กหล่อชนิดต่าง ๆ โลหวิทยาและสมบัติของเหล็กหล่อเทา เหล็กหล่อเหนียว เหล็กหล่อกราไฟต์รูปตัวหนอน เหล็กหล่ออบเหนียว เหล็กหล่อขาวธาตุเจือสูง และเหล็กหล่อกราไฟต์ธาตุเจือสูง กระบวนการหล่อและกรรมวิธีการหล่อหลอมเหล็กหล่อ การอบชุบเหล็กหล่อเทา เหล็กหล่อเหนียว และเหล็กหล่ออบเหนียว ตำหนิและจุดบกพร่องที่เกิดจากการหล่อหลอมเหล็กหล่อ และการวิเคราะห์การแตกเสียหายที่เกิดกับเหล็กหล่อ การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อเทคโนโลยีเหล็กหล่อ

เค้าโครงรายวิชา

1. การแบ่งประเภทเหล็กหล่อ โลหวิทยาพื้นฐานของเหล็กหล่อ (3 ชั่วโมง)
2. ลักษณะการแข็งตัวของเหล็กหล่อ (3 ชั่วโมง)
3. โลหวิทยาและสมบัติของเหล็กหล่อ (14 ชั่วโมง)
4. กระบวนการหล่อและกรรมวิธีการหล่อหลอมเหล็กหล่อ (4 ชั่วโมง)
5. การอบชุบด้วยความร้อนในเหล็กหล่อ (6 ชั่วโมง)
6. ตำหนิและจุดบกพร่องที่เกิดจากการหล่อหลอมเหล็กหล่อ และการวิเคราะห์การแตกเสียหายที่เกิดกับเหล็กหล่อ (6 ชั่วโมง)

531764 เทคโนโลยีการหล่อ**3(3-0-9)**

(Casting Technology)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

วัตถุประสงค์และกระบวนการทำแบบหล่อสำหรับการหล่อหลอมโลหะ การเตรียมโลหะหลอมเหลว ปฏิบัติการระหว่างโลหะหลอมเหลวกับสิ่งแวดล้อม การดูลพลังงานและวัสดุในเตาตีโปลา กลศาสตร์ของไหลและการออกแบบระบบป้อนน้ำโลหะ การถ่ายเทความร้อนและการแข็งตัวของโลหะและโลหะผสม การหล่อโดยใช้แม่พิมพ์โลหะ สควิชแคสติง การหล่อแบบกึ่งแข็งกึ่งเหลว การหล่อขึ้นหุ้มหยาและการหล่อ โฟมหาย การหล่อแบบต่อเนื่อง การวิเคราะห์จุดบกพร่องในงานหล่อ การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อเทคโนโลยีงานหล่อ

เค้าโครงรายวิชา

1. วัตถุประสงค์และกระบวนการทำแบบหล่อสำหรับการหล่อหลอมโลหะ (3 ชั่วโมง)
2. การเตรียมโลหะหลอมเหลว ปฏิบัติการระหว่างโลหะหลอมเหลวกับสิ่งแวดล้อม (3 ชั่วโมง)
3. การดูลพลังงานและวัสดุในเตาตีโปลา (3 ชั่วโมง)
4. กลศาสตร์ของไหลและการออกแบบระบบป้อนน้ำโลหะ (3 ชั่วโมง)
5. การถ่ายเทความร้อนและการแข็งตัวของโลหะและโลหะผสม (6 ชั่วโมง)
6. การหล่อโดยใช้แม่พิมพ์โลหะ (ไดแคสติง) (3 ชั่วโมง)
7. สควิชแคสติง (3 ชั่วโมง)
8. การหล่อแบบกึ่งแข็งกึ่งเหลว (3 ชั่วโมง)
9. การหล่อขึ้นหุ้มหยาและการหล่อโฟมหาย (3 ชั่วโมง)
10. การหล่อแบบต่อเนื่อง (3 ชั่วโมง)
11. การวิเคราะห์จุดบกพร่องในงานหล่อ (3 ชั่วโมง)

531765 วิศวกรรมพื้นผิว**3(3-0-9)**

(Surface Engineering)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ขอบเขตและนิยามของวิศวกรรมพื้นผิว ลักษณะของพื้นผิว ไทโรโลยีและการเสื่อมสภาพของพื้นผิววัสดุ เทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงสมบัติของพื้นผิววัสดุ การชุบแข็งผิวด้วยความร้อน การเพิ่มความแข็งแรงผิวด้วยแรงทางกล กระบวนการทางเทอร์โมเคมีคอล การเคลือบด้วยไอสาร ไอออนอิมแพลนเทชัน วิศวกรรมพื้นผิวด้วยลำแสงเลเซอร์และลำอิเล็กตรอน กระบวนการเคลือบผิว การตรวจสอบลักษณะเฉพาะของวัสดุวิศวกรรมพื้นผิวและกรณีศึกษา การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อวิศวกรรมพื้นผิว

เค้าโครงรายวิชา

1. ขอบเขตและนิยามของวิศวกรรมพื้นผิว (1.5 ชั่วโมง)
2. ลักษณะของพื้นผิว (3 ชั่วโมง)
3. ไทโรโลยีและการเสื่อมสภาพของพื้นผิววัสดุ (3 ชั่วโมง)
4. การชุบแข็งผิวด้วยความร้อน (3 ชั่วโมง)
5. การเพิ่มความแข็งแรงผิวด้วยแรงทางกล (1.5 ชั่วโมง)
6. กระบวนการทางเทอร์โมเคมีคอล (6 ชั่วโมง)
7. การเคลือบด้วยไอสาร (6 ชั่วโมง)
8. ไอออน อิมแพลนเทชัน (3 ชั่วโมง)
9. วิศวกรรมพื้นผิวด้วยลำแสงเลเซอร์และลำอิเล็กตรอน (3 ชั่วโมง)
10. กระบวนการเคลือบผิว (3 ชั่วโมง)
11. การตรวจสอบลักษณะเฉพาะของวัสดุวิศวกรรมพื้นผิวและกรณีศึกษา (3 ชั่วโมง)

531766 เทคโนโลยีอะลูมิเนียม**3(3-0-9)**

(Aluminium Technology)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

โลหะวิทยาของโลหะผสมอะลูมิเนียม กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำโลหะอะลูมิเนียมหลอมเหลว เทคโนโลยีการหล่ออะลูมิเนียม เทคนิคการผลิตขึ้นรูปขั้นสูง ได้แก่ การขึ้นรูปกึ่งแข็ง อีซีคาสติง โลหะวิทยาโลหะผง สเปรย์ ความร้อน อะลูมิเนียมโพลีเมอร์ กระบวนการขึ้นรูปทางกล เป็นต้น กระบวนการทางความร้อนและการปรับปรุงพื้นผิวสำหรับโลหะผสมอะลูมิเนียม ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางโลหะวิทยาของอะลูมิเนียมกับสมบัติเชิงกลและการกัดกร่อน การนำอะลูมิเนียมกลับมาใช้ใหม่ การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อเทคโนโลยีอะลูมิเนียม

เค้าโครงรายวิชา

1. โลหะวิทยาของโลหะผสมอะลูมิเนียม (6 ชั่วโมง)
2. กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำโลหะอะลูมิเนียมหลอมเหลว (6 ชั่วโมง)
3. เทคโนโลยีการหล่ออะลูมิเนียม (3 ชั่วโมง)
4. เทคนิคการผลิตขึ้นรูปขั้นสูง (6 ชั่วโมง)
5. กระบวนการทางความร้อนและการปรับปรุงพื้นผิวสำหรับโลหะผสมอะลูมิเนียม (6 ชั่วโมง)
6. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางโลหะวิทยาของอะลูมิเนียมกับสมบัติเชิงกลและการกัดกร่อน (3 ชั่วโมง)
7. การนำอะลูมิเนียมกลับมาใช้ใหม่ (3 ชั่วโมง)
8. การศึกษาค้นคว้าในหัวข้อเทคโนโลยีอะลูมิเนียม (3 ชั่วโมง)

531767 เทคโนโลยีการรีดเหล็กกล้า**3(3-0-9)**

(Steel Rolling Technology)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

ลักษณะพื้นฐานของเหล็กกล้า ทฤษฎีการเสียรูปแบบถาวร การคำนวณพารามิเตอร์ของการรีด การเสียดทาน การหล่อเย็นและการสึกหรอ และการถ่ายเทความร้อนในการรีดเหล็กกล้า ลักษณะเชิงโลหะวิทยาของการรีดเหล็กกล้า เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาค กลไกการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรง กระบวนการทางความร้อนพร้อมกับการกระทำทางกลของการรีดเหล็กกล้า การดำเนินการรีด

เค้าโครงรายวิชา

1. กระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า และกระบวนการรีดเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
2. พื้นฐานโลหะวิทยาของเหล็กกล้า (6 ชั่วโมง)
3. ทฤษฎีการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (3 ชั่วโมง)
4. การคำนวณตัวแปรในการรีด (3 ชั่วโมง)
5. ไทรโบโลยีในการรีด (3 ชั่วโมง)
6. การถ่ายโอนความร้อนในลูกรีด (3 ชั่วโมง)
7. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาค (3 ชั่วโมง)
8. กลไกการเพิ่มความแข็งแรง (3 ชั่วโมง)
9. กระบวนการทางความร้อนพร้อมกับการกระทำทางกลของการรีดเหล็กกล้า (3 ชั่วโมง)
10. การดำเนินการรีด (6 ชั่วโมง)

กลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์สนับสนุนงานวิจัยทางวิศวกรรมและหัวข้อการศึกษาที่น่าสนใจอื่น ๆ**531771 การวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์สำหรับงานวิศวกรรมโลหการ****3(3-0-9)**

(Finite Element Analysis for Metallurgical Engineering)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ

บทนำการวิเคราะห์ไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ บทนำการวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์ การสร้างสมการไฟไนต์ อีลิเมนต์ โดยตรง การสร้างสมการไฟไนต์อีลิเมนต์โดยวิธีแปรผัน การสร้างสมการไฟไนต์อีลิเมนต์โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักเศษค่าง ฟังก์ชันการประมาณภายในอีลิเมนต์และการอินทิเกรตอีลิเมนต์เมตริกเชิงตัวเลข ไฟไนต์อีลิเมนต์กับปัญหาของแข็ง ไฟไนต์อีลิเมนต์กับปัญหาเชิงความร้อน การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ทางไฟไนต์อีลิเมนต์ในงานวิศวกรรมโลหการ

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำการวิเคราะห์ไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ (3 ชั่วโมง)
2. บทนำการวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์ (3 ชั่วโมง)
3. การสร้างสมการไฟไนต์อีลิเมนต์โดยวิธีตรง (3 ชั่วโมง)
4. การสร้างสมการไฟไนต์อีลิเมนต์โดยวิธีแปรผัน (3 ชั่วโมง)
5. การสร้างสมการไฟไนต์อีลิเมนต์โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักเศษค่าง (3 ชั่วโมง)
6. ฟังก์ชันการประมาณภายในอีลิเมนต์และการอินทิเกรตอีลิเมนต์เมตริกเชิงตัวเลข (3 ชั่วโมง)
7. ไฟไนต์อีลิเมนต์กับปัญหาของแข็ง (6 ชั่วโมง)
8. ไฟไนต์อีลิเมนต์กับปัญหาการถ่ายเทความร้อน (6 ชั่วโมง)
9. การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ทางไฟไนต์อีลิเมนต์ในงานวิศวกรรมโลหการ (6 ชั่วโมง)

531772 วิธีการทางคอมพิวเตอร์ในงานวิศวกรรมโลหการ

3(3-0-9)

(Computational Methods in Metallurgical Engineering)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

พื้นฐานการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการคำนวณทางวิศวกรรมโลหการ พื้นฐานไฟไนต์ ดิฟเฟอเรนซ์ พื้นฐานไฟไนต์อีลิเมนต์ พื้นฐานไฟไนต์วอลุ่ม พื้นฐานบาวดาร์อีลิเมนต์ การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในงานทางโลหการในลักษณะอื่น ๆ

เค้าโครงรายวิชา

1. พื้นฐานการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการคำนวณทางวิศวกรรมโลหการ (6 ชั่วโมง)
2. พื้นฐานของวิธีการไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ (6 ชั่วโมง)
3. พื้นฐานวิธีการไฟไนต์อีลิเมนต์ (6 ชั่วโมง)
4. พื้นฐานวิธีการไฟไนต์วอลุ่ม (6 ชั่วโมง)
5. พื้นฐานวิธีการบาวดาร์อีลิเมนต์ (6 ชั่วโมง)
6. การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในงานทางโลหการในลักษณะอื่น ๆ (6 ชั่วโมง)

531773 หัวข้อศึกษาเฉพาะเรื่องในการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์

3(3-0-9)

สำหรับงานวิศวกรรมโลหการ

(Selected Topics in Computer Aided Metallurgical Engineering)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

เลือกหัวข้อเฉพาะเรื่องในการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อการคำนวณทางเทอร์โมไดนามิกส์ หรือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ทางไฟไนต์อีลิเมนต์ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษาในหัวข้อเกี่ยวกับ การคำนวณเชิงวิเคราะห์ของปัญหาเฉพาะเรื่อง อัลกอริทึมสำหรับการคำนวณในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหาเฉพาะเรื่องด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการสร้างโปรแกรมเสริมสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าว

เค้าโครงรายวิชา

1. การคำนวณเชิงวิเคราะห์ของปัญหาเฉพาะเรื่อง (12 ชั่วโมง)
2. อัลกอริทึมของการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (9 ชั่วโมง)
3. การแก้ปัญหาเฉพาะเรื่องด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (9 ชั่วโมง)
4. การสร้างโปรแกรมเสริมสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (6 ชั่วโมง)

- 531774 หัวข้อศึกษาขั้นสูงทางวิศวกรรมโลหการ 1** 3(3-0-9)
(Advanced Topics in Metallurgical Engineering I)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
ศึกษาหัวข้อเรื่อง ซึ่งเป็นวิทยากรใหม่ ๆ และเป็นที่สนใจในวิศวกรรมโลหการและวิศวกรรมวัสดุ
- 531775 หัวข้อศึกษาขั้นสูงทางวิศวกรรมโลหการ 2** 3(3-0-9)
(Advanced Topics in Metallurgical Engineering II)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
ศึกษาหัวข้อเรื่อง ซึ่งเป็นวิทยากรใหม่ ๆ และเป็นที่สนใจในวิศวกรรมโลหการและวิศวกรรมวัสดุ
- 531776 หัวข้อศึกษาเฉพาะเรื่องทางวิศวกรรมโลหการ 1** 3(3-0-9)
(Selected Topics in Metallurgical Engineering I)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การศึกษาหัวข้อเรื่องที่เลือกสรรในขอบเขตเฉพาะทางวิศวกรรมโลหการ ภายใต้คำแนะนำของคณาจารย์ในสาขาหรือคณาจารย์พิเศษ
- 531777 หัวข้อศึกษาเฉพาะเรื่องทางวิศวกรรมโลหการ 2** 3(3-0-9)
(Selected Topics in Metallurgical Engineering II)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การศึกษาหัวข้อเรื่องที่เลือกสรรในขอบเขตเฉพาะทางวิศวกรรมโลหการ ภายใต้คำแนะนำของคณาจารย์ในสาขาหรือคณาจารย์พิเศษ
- 531778 โครงการวิศวกรรมโลหการมหาบัณฑิต** 6 หน่วยกิต
(Metallurgical Engineering Master Project)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การศึกษาหัวข้อโครงการวิจัยขั้นสูงระดับมหาบัณฑิตทางวิศวกรรมโลหการ ภายใต้คำแนะนำของคณาจารย์ในสาขาวิชา
- กลุ่มวิชาสัมมนา**
- 531881 สัมมนาบัณฑิตศึกษา 1** 1(1-2-4)
(Graduate Seminar I)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การตั้งสมมติฐานงานวิจัย การวางแผนการวิจัยและทดลอง ความน่าเชื่อถือของการทดลอง การนำเสนอข้อมูลการทดลองเชิงสถิติ ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง การนำเสนอแบบปากเปล่า และสัมมนาโดยวิทยากรรับเชิญ
- 531882 สัมมนาบัณฑิตศึกษา 2** 1(1-2-4)
(Graduate Seminar II)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การสืบค้นข้อมูล และการทบทวนวรรณกรรม การนำเสนอในหัวข้อที่สนใจในปัจจุบันทางวิศวกรรมโลหการโดยวิทยากรรับเชิญ การเขียนรายงานเชิงเทคนิคและการอภิปรายงานวิจัยที่สนใจ วิธีการนำเสนอแบบปากเปล่า

- 531883 สัมมนาบัณฑิตศึกษา 3** **1(1-2-4)**
(Graduate Seminar III)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การเขียนโครงร่างและข้อเสนองานวิจัย โครงสร้างของบทความวิจัยและการนำเสนอด้วยการเขียนบทความ
การอภิปรายรายงานวิจัยที่สนใจในปัจจุบัน การนำเสนอในหัวข้อที่สนใจในปัจจุบันทางวิศวกรรมโลหการโดยวิทยาการรับ
เชิญ
- 531891 สัมมนาบัณฑิตศึกษา 4** **1(1-2-4)**
(Graduate Seminar IV)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การนำเสนอในหัวข้อที่สนใจในปัจจุบันทางวิศวกรรมโลหการ โดยวิทยาการทั้งจากภายนอกและภายในวง
การศึกษาเป็นรายสัปดาห์ การอภิปรายงานวิจัยที่สนใจในปัจจุบันและนวัตกรรมใหม่ทางอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับ
วิศวกรรมโลหการและวิศวกรรมวัสดุ
- 531892 สัมมนาบัณฑิตศึกษา 5** **1(1-2-4)**
(Graduate Seminar V)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การเขียนบทความวิจัย และ การเขียนบทความวิชาการด้วยภาษาอังกฤษ การนำเสนองานวิจัยที่สนใจใน
ปัจจุบันและนวัตกรรมใหม่ทางอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมโลหการและวิศวกรรมวัสดุ
- 531893 สัมมนาบัณฑิตศึกษา 6** **1(1-2-4)**
(Graduate Seminar VI)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การนำเสนองานวิจัยและการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้จากการวิจัยโดยผู้เรียน และวิทยาการรับเชิญ
- กลุ่มวิชาวิทยานิพนธ์**
- 531981 วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต แบบ ก 1** **48 หน่วยกิต**
(Master Thesis Scheme A1)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การทำวิจัยวิทยานิพนธ์ในหัวข้อวิจัยพื้นฐานหรือวิจัยประยุกต์สำหรับการศึกษาลัทธิปริญามหาบัณฑิตใน
สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ
- 531982 วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต แบบ ก 2** **18 หน่วยกิต**
(Master Thesis Scheme A2)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การทำวิจัยวิทยานิพนธ์ในหัวข้อวิจัยพื้นฐานหรือวิจัยประยุกต์สำหรับการศึกษาลัทธิปริญามหาบัณฑิตใน
สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ
- 531991 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1** **60 หน่วยกิต**
(Doctoral Thesis Scheme 1.1)
เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชาฯ
การทำวิจัยวิทยานิพนธ์ในหัวข้อวิจัยพื้นฐานหรือวิจัยประยุกต์สำหรับการศึกษาลัทธิปริญาดุษฎีบัณฑิตใน
สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ

531992 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1

45 หน่วยกิต

(Doctoral Thesis Scheme 2.1)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การทำวิจัยวิทยานิพนธ์ในหัวข้อวิจัยพื้นฐานหรือวิจัยประยุกต์สำหรับการศึกษาลัทธิสัทธปริญาดุษฎีบัณฑิตในสาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ (ผู้ที่สำเร็จปริญญาโท)

531993 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2

60 หน่วยกิต

(Doctoral Thesis Scheme 2.2)

เงื่อนไข: โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การทำวิจัยวิทยานิพนธ์ในหัวข้อวิจัยพื้นฐานหรือวิจัยประยุกต์สำหรับการศึกษาลัทธิสัทธปริญาดุษฎีบัณฑิตในสาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ (ผู้ที่สำเร็จปริญญาตรีเกียรตินิยม)

MAJOR GRADUATE COURSES

531601 Thermodynamics and Phase Equilibria

4(4-0-12)

Condition: Consent of the school

Structure of thermodynamic systems and laws of thermodynamics; Thermodynamic variables and relations; Equilibrium in unary systems and multicomponent systems; Thermodynamic stability and critical phenomena; Thermodynamics of phase diagrams and phase diagram constructions; Thermodynamics of multi-component systems; Effects of capillarity on equilibrium of thermodynamic systems; Statistical thermodynamics; Applied electrochemistry

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Structure of thermodynamics and laws of thermodynamics | (2 hours) |
| 2. Thermodynamic variables and relations | (2 hours) |
| 3. Equilibrium in thermodynamic systems | (4 hours) |
| 4. Equilibrium in unary systems | (4 hours) |
| 5. Equilibrium in homogeneous binary and multi-component systems | (8 hours) |
| 6. Thermodynamic stability and critical phenomena | (4 hours) |
| 7. Thermodynamics of multi-component systems | (4 hours) |
| 8. Thermodynamics of phase diagrams | (8 hours) |
| 9. Effects of capillarity on equilibrium of thermodynamic systems | (4 hours) |
| 10. Statistical thermodynamics | (4 hours) |
| 11. Applied electrochemistry | (4 hours) |

531602 Advanced Physical Metallurgy

4(4-0-12)

Condition: Consent of the school

Structure and bonding of atoms; Crystallography e.g. crystal structures, symmetry in crystals, etc.; Electrons in metals and alloys, formations of intermetallic phases, ordering in alloys; Defects in crystals; Applications of thermodynamics, crystallography, and defects in crystals for explanations of metallic materials behaviors e.g. theory of dislocations and plastic deformation; Interface between matrix and precipitate; Strengthening mechanisms in metals and alloys; Solidification of metals and alloys, formations of defects during the growth of crystals and their effects on the morphology of crystals; Solid state transformations; Order parameter; Cahn-Hilliard Equation

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Structure and bonding of atoms; crystallography | (4 hours) |
| 2. Theory of metallic phases and ordering in alloys | (4 hours) |
| 3. Defects in crystals | (4 hours) |
| 4. Theory of dislocations | (4 hours) |
| 5. Dislocations and plastic deformation | (4 hours) |
| 6. Grain boundaries and interphase boundaries | (6 hours) |
| 7. Role of defects on the strengthening mechanisms | (4 hours) |
| 8. Solidification of metals and alloys | (6 hours) |
| 9. Solid state transformations in metals and alloys | (6 hours) |
| 10. Cahn-Hilliard Equation | (6 hours) |

531603 Transport Phenomena**4(4-0-12)****Condition:** Consent of the school

Transport phenomena equations; Applications of transport phenomena equations for metallurgical engineering; Viscosity; Thermal conductivity; Diffusion coefficient; Applications of transport phenomena principles

Course Outline

- | | |
|--|------------|
| 1. Transport phenomena equations | (8 hours) |
| 2. Applications of transport phenomena equations for metallurgical engineering | (8 hours) |
| 3. Viscosity | (6 hours) |
| 4. Thermal conductivity | (6 hours) |
| 5. Diffusion coefficient | (12 hours) |
| 6. Applications of transport phenomena principles | (8 hours) |

SELECTIVE COURSES**Physical Metallurgy Courses****531711 Phase Transformation in Metals and Alloys****3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Thermodynamics and phase equilibriums; Diffusions in solids, Interfaces; Solidification of metals and alloys, nucleation rate, growth rate according to Onsager relationship; Solid state transformations, Johnson–Mehl–Avrami–Kolmogorov (JMAK) equation; Diffusional transformations, Cahn-Hilliard kinetic; Diffusionless transformations; Landau theory.

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Thermodynamics and phase equilibriums | (3 hours) |
| 2. Diffusions in solids | (6 hours) |
| 3. Interfaces | (3 hours) |
| 4. Solidification of metals and alloys | (6 hours) |
| 5. Solid state transformations | (3 hours) |
| 6. Diffusional transformations | (6 hours) |
| 7. Second order transformation | (3 hours) |
| 8. Diffusionless transformations | (3 hours) |
| 9. Landau theory | (3 hours) |

531712 Structure and Physical Properties of Materials**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Atomic structures and crystal structures; Electron theory; Electrical conduction in materials; Semiconductors; Insulators and dielectric properties; Magnetism; Optical properties of materials; Thermal properties of materials

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Atomic structures and crystal structures | (3 hours) |
| 2. Electron theory | (9 hours) |
| 3. Electrical conduction in materials | (3 hours) |

- | | |
|---|-----------|
| 4. Semiconductors | (6 hours) |
| 5. Insulators and dielectric properties | (3 hours) |
| 6. Magnetism | (6 hours) |
| 7. Optical properties of materials | (3 hours) |
| 8. Thermal properties of materials | (3 hours) |

531713 X-Ray Diffraction **3(3-0-9)**

Condition: Consent of the school

Properties of X-rays; Generation and detection of X-rays; Diffraction in crystals; Diffractometer; Powder diffraction and Laue diffraction; Phase identification and determination of crystal structures; Quantitative phase analysis; Analysis of polycrystalline aggregates and texture measurement; Measurements of residual stress; Measurements of single crystal orientation

Course Outline

- | | |
|--|-------------|
| 1. Properties of X-rays, production and detection of X-rays | (3 hours) |
| 2. Geometry of crystals | (3 hours) |
| 3. Diffraction : geometry | (3 hours) |
| 4. Diffraction : intensities | (3 hours) |
| 5. Diffraction in crystals | (1.5 hours) |
| 6. Diffractometer | (4.5 hours) |
| 7. Powder diffraction and laue diffraction | (3 hours) |
| 8. Phase identification and determination of crystal structure | (4.5 hours) |
| 9. Quantitative phase analysis | (1.5 hours) |
| 10. Analysis of polycrystalline aggregates and texture measurement | (3 hours) |
| 11. Measurements of residual stress | (3 hours) |
| 12. Measurements of single crystal orientation | (3 hours) |

531714 Defects in Solids **3(3-0-9)**

Condition: Consent of the school

Defects in crystals, classification of defects in crystals; 0-dimensional defects; 1-dimensional defects or dislocations, characteristics of dislocations, elasticity theory and energy of dislocations, forces on dislocations and dislocation interactions; 2-dimensional defects, grain boundaries, phase boundaries; Roles of defects on physical properties and mechanical properties of solids; Defect investigations

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Perfect crystals and defects in crystals, classification of defects in crystals | (3 hours) |
| 2. 0-dimensional defects | (6 hours) |
| 3. 1-dimensional defects or dislocations | (9 hours) |
| 4. 2-dimensional defects | (9 hours) |
| 5. Roles of defects on physical and mechanical properties of solids | (6 hours) |
| 6. Investigation of defects in solids | (3 hours) |

531715 Advanced Techniques for Materials Characterization**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Concepts of physical and chemical analysis of materials; Vacuum technology and principle of detectors; Diffraction analysis of crystal structure; X-ray diffraction; Optical microscopy; Electron microscopy and microanalysis; Surface chemical analysis; X-ray fluorescence technique; Atomic absorption spectrometry

Course Outline

- | | |
|--|-------------|
| 1. Concepts of physical and chemical analysis of materials | (3 hours) |
| 2. Vacuum technology and principle of detectors | (3 hours) |
| 3. Diffraction analysis of crystal structure | (3 hours) |
| 4. X-ray diffraction technique | (3 hours) |
| 5. Optical microscopy technique | (1.5 hours) |
| 6. Scanning electron microscopy technique | (4.5 hours) |
| 7. Transmission electron microscopy technique | (6 hours) |
| 8. Microanalysis in electron microscopy | (3 hours) |
| 9. Surface chemical analysis | (3 hours) |
| 10. X-ray fluorescence technique | (3 hours) |
| 11. Atomic absorption spectrometry | (3 hours) |

Chemical Metallurgy Courses**531721 Physical Chemistry of Melts in Metallurgy****3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Structure and kinetic properties of liquid metals, ionic melts, polymeric melts; Thermodynamics of metal solutions, salt melts, polymeric melts, slags and mattes; Heterogeneous equilibria and free-energy diagrams; Chemical and transport kinetics; Interfacial phenomena; Reactions between liquid metals and gases, liquid metals and slags or salts

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Structure and kinetic properties of melts, ionic and polymeric melts | (6 hours) |
| 2. Thermodynamics of metal solutions | (6 hours) |
| 3. Thermodynamics of salt melts | (3 hours) |
| 4. Thermodynamics of polymeric melts | (3 hours) |
| 5. Thermodynamics of slags and matts | (3 hours) |
| 6. Heterogeneous equilibria and free-energy diagrams | (3 hours) |
| 7. Chemical and transport kinetics | (6 hours) |
| 8. Interfacial phenomena | (3 hours) |
| 9. Reactions between liquid metals and gases, liquid metals and slags/salts | (3 hours) |

531722 Refining of Metals**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Principles and applications of thermodynamics, phase equilibria, and kinetics as applied to the refining of metals and alloys; Solutions; Interaction coefficients and reactions of metals with gases and slags; Pyrorefining process of interested metals; Electrolytic extraction and refining; Recycling and refining processes

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Thermodynamics and transport properties | (6 hours) |
| 2. Solutions and dilute solutions | (3 hours) |
| 3. Pyrorefining | |
| 3.1 Partition ratios, refining kinetics | (3 hours) |
| 3.2 Refining slags | (3 hours) |
| 3.3 Slag-metal reactions | (3 hours) |
| 3.4 Metal-metal equilibria | (3 hours) |
| 3.5 Metal-gas reactions | (3 hours) |
| 4. Electrolytic extraction and refining | (6 hours) |
| 5. Refining and recycling metallurgy | (6 hours) |

531723 Electrochemical Processing of Materials**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Principles of electrochemical cells; Electric current in ionic conductors; Electrode potentials Thermodynamic of cells; Transport process in electrolytic solutions; Electrode kinetics and interfacial phenomena; Electrochemical measurement techniques; Industrial electrochemical processes; Batteries and fuel cells

Course Outline

- | | |
|--|-------------|
| 1. Electric current in ionic conductors | (1.5 hours) |
| 2. Electrode potentials | (1.5 hours) |
| 3. Thermodynamics of cells, electrolyte, and Debye-Huckel theory | (3 hours) |
| 4. Transport process in electrolytic solutions | (3 hours) |
| 5. Electrode kinetics and interfacial phenomena | (6 hours) |
| 6. Electrochemical measurement techniques | (6 hours) |
| 7. Industrial electrochemical processes | (9 hours) |
| 8. Batteries and fuel cells | (6 hours) |

531724 Advanced Corrosion of Metals**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Engineering aspects of corrosion and its control; Classification of electrochemical corrosion cells; Types of corrosion damage, simplified mechanisms of corrosion and methods for combating corrosion; Pourbaix diagrams; Electrode kinetics; Potentiostatic studies and applications to engineering designs; Environment aspects of aqueous corrosion; Prevention of aqueous corrosion; Oxidation-dry corrosion; Fundamentals of mechanochemistry for corrosion

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Classification of electrochemical corrosion cells | (3 hours) |
|--|-----------|

2. Types of corrosion damage	(3 hours)
3. Pourbaix diagrams	(3 hours)
4. Electrode kinetics	(9 hours)
4.1 The electrical double layer	
4.2 Exchange current density	
4.3 Thermodynamic irreversibility and polarization	
4.4 Type of polarization	
4.5 Potential-current diagram	
4.6 Passivity and anodic	
5. Potentiostatic studies and applications to engineering designs	(6 hours)
6. Environment aspects of aqueous corrosion	(3 hours)
7. Prevention of aqueous corrosion	(3 hours)
8. Oxidation-dry corrosion	(3 hours)
9. Fundamentals of mechanochemistry for corrosion	(3 hours)

531725 Physical Chemistry of Iron and Steel Manufacturing 3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Overview of ironmaking and steelmaking; Physicochemical fundamentals: thermodynamics functions, solutions, kinetics of reactions; Physical chemistry of ironmaking: blast furnace, smelting reduction and direct reduction; Physical chemistry of primary steelmaking, pretreatment of molten steels, reaction between molten steel and slags; Oxygen steelmaking; Electric arc furnace steelmaking; Secondary steelmaking: deoxidation, desulfurization; decarburization and degassing; Clean steel technology; Continuous casting technology

Course Outline

1. Iron and steel processes	(3 hours)
2. Fundamentals of physical chemistry for ironmaking and steelmaking	(6 hours)
2.1 Thermodynamics of solutions	
2.2 Kinetics of chemical reactions	
2.3 Properties of molten irons and molten steels	
3. Physical chemistry of Ironmaking	(6 hours)
3.1 Blast furnace ironmaking	
3.2 Alternative ironmaking	
4. Physical chemistry of pretreatment of steel and BOF steelmaking	(3 hours)
5. Physical chemistry of EAF steelmaking	(3 hours)
6. Slag treatment in ironmaking and steelmaking	(3 hours)
7. Secondary steelmaking	(6 hours)
7.1 Ladle metallurgy	
7.2 Vacuum metallurgy of steel	
8. Clean steel technology	(3 hours)
9. Metallurgy of continuous casting of steel	(3 hours)

531726 Kinetics in Metallurgical Processes**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Chemical reaction rate: effect of concentration, rate of reaction, effect of temperature; Catalysis in chemical reactions; Determination of the order of reaction; Theories of reaction kinetics; Chemical-controlled reaction; Diffusion-controlled reaction; Reaction between two fluids; Kinetics of nucleation and growth; Non-isothermal kinetics

Course Outline

1. Chemical reaction rate, effect of concentration, effect of temperature, Catalysis (6 hours)
2. Determination of the order of reaction (6 hours)
 - 2.1 Integration method
 - 2.2 Half-life method
 - 2.3 Van't Hoff's differential method
3. Theories of reaction kinetics (6 hours)
 - 3.1 Collision theory
 - 3.2 Absolute reaction rate theory
4. Chemical-controlled reaction and Diffusion-controlled reaction (9 hours)
5. Reaction between two fluids (3 hours)
6. Kinetics of nucleation and growth (3 hours)
7. Non-isothermal kinetics (3 hours)

531727 Stoichiometry and Thermodynamics of Metallurgical Processes**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Material balances and Energy balances in metallurgical processes; Fuels and combustion; Laws of thermodynamics; Theory of solutions; Equilibria in complex systems

Course Outline

1. Material balances in metallurgical processes (9 hours)
 - 1.1 Stoichiometry
 - 1.2 Law of conservation of mass
 - 1.3 Method of calculation in metallurgical processes
2. First law of thermodynamics (3 hours)
3. Fuel and combustion (3 hours)
4. Energy balances in metallurgical processes (9 hours)
 - 4.1 Law of conservation of energy
 - 4.2 Method of calculation in metallurgical processes
5. Second law of thermodynamics and auxiliary functions (3 hours)
6. Theory of solutions (3 hours)
7. The Gibbs free energy change and the equilibrium constant (3 hours)
8. Equilibria in complex systems (3 hours)

531728 Advanced Chemical Metallurgy**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Thermodynamics of roasting, calcinations, and metal reduction; Predominance area diagrams for metal - sulfur - oxygen system at elevated temperature; Metal production from metal oxides, metal

sulphides, or metal halides; Properties of slags and molten salts; Oxidizing refining of metals; Refining of metals by sulfur; Leaching techniques and selection of leaching solution and condition; Recovery of metal from solution by cementation, gaseous reduction and chemical precipitation; Electrolytic process including electrowinning and electrorefining of metals; Special assignment of selected topics on advanced chemical metallurgy

Course Outline

1. Thermodynamics of roasting, calcinations, and metal reduction (4 hours)
2. Predominance area diagrams for metal - sulfur - oxygen system at elevated temperature (4 hours)
3. Theory of metal production from metal oxides, metal sulfides, or metal halides (4 hours)
4. Equilibrium diagrams of binary oxide and ternary oxide systems for slags and molten salts (4 hours)
5. Theory and calculation of oxidizing refining of metals (4 hours)
6. Theory and calculation of refining of metals by sulfur (4 hours)
7. Leaching techniques and selection of leaching solution and condition (4 hours)
8. Recovery of metal from solution by cementation, gaseous reduction and chemical precipitation (4 hours)
9. Theory and calculation of electrolytic process including electrowinning and electrorefining of metals (4 hours)

Mechanical Metallurgy and Materials Courses

531731 Mechanical Behavior of Metals and Materials

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Continuum mechanics, responses of materials to external loading; analysis of stress-strain relation; Structure and deformation in materials; Plastic deformation and yield criteria; Strengthening mechanisms in materials; Engineering aspects of fracture, mechanisms of deformation and fracture in metals and materials; Assessment and analysis of material mechanical properties, analysis of the influences of microstructure on mechanical behaviors of metals and materials; Fracture mechanics and fatigue crack growth; Review of selected topics on mechanical behavior of metals and materials

Course Outline

1. Overview of continuum mechanics (3 hours)
2. Structure and deformation in materials (3 hours)
3. Plastic deformation and yield criteria (6 hours)
4. Strengthening mechanisms in materials (6 hours)
5. Engineering aspects of fracture (3 hours)
6. Assessment and analysis of mechanical properties of metals and materials (6 hours)
7. Fracture mechanics and fatigue crack growth (6 hours)
8. Review of selected topics on mechanical behavior of metals and materials (3 hours)

531732 Fracture Mechanics of Metals and Materials**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Theories of brittle fracture in metals and materials; Fracture mechanics; Linear-elastic fracture mechanics; Elastic-plastic fracture mechanics; Factors affecting fracture toughness of metals and materials; Fracture analysis of engineering materials; Applications of fracture mechanics in engineering material designs

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Brittle fracture in metals and materials | (6 hours) |
| 2. Fracture mechanics | (6 hours) |
| 3. Linear-elastic fracture mechanics (LEFM) | (6 hours) |
| 4. Elastic-plastic fracture mechanics (EPFM) | (6 hours) |
| 5. Factors affecting fracture toughness of metals and materials | (6 hours) |
| 6. Fracture analysis of engineering materials | (3 hours) |
| 7. Applications of fracture mechanics in engineering material designs | (3 hours) |

531733 Fatigue of Metals and Materials**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Theory of fatigue; Stress-life approach and strain-life approach; Fatigue crack propagation; Factors affecting fatigue properties in metals and materials; Design against fatigue failures, thermal fatigue, corrosion fatigue; Analysis of fatigue failures in engineering service conditions

Course Outline

- | | |
|---|------------|
| 1. Theory of fatigue | (3 hours) |
| 2. Stress-life approach and strain-life approach | (6 hours) |
| 3. Fatigue crack propagation | (6 hours) |
| 4. Factors affecting fatigue properties in metals and materials | (12 hours) |
| 5. Design against fatigue failures | (3 hours) |
| 6. Analysis of fatigue failures in engineering service conditions | (6 hours) |

531734 Advanced Metal Forming**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Advanced mechanical metallurgy for metal forming; Plastic deformation in polycrystalline materials; Ideal work and actual work in metal forming; Friction in metal forming; Analysis of metal behavior during metal forming process; Problem analysis on metal forming and its solutions; Development of new metal forming technologies

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Advanced mechanical metallurgy for metal forming | (9 hours) |
| 2. Plastic deformation of polycrystalline materials | (3 hours) |
| 3. Ideal work and actual work in metal forming | (3 hours) |
| 4. Friction in metal forming | (3 hours) |
| 5. Analysis of metal behavior during metal forming process | (6 hours) |
| 6. Problem analysis on metal forming and its solutions | (6 hours) |
| 7. Development of new metal forming technologies | (6 hours) |

431735 Failure Analysis in Metals and Materials**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Failure analysis in engineering applications; deformation, fracture mechanics. Fracture modes, brittle fracture, ductile fracture, intergranular fracture, fatigue failure, corrosion failure, high temperature failure; Factors affecting failure modes in materials, influences of temperature and environment on failure analysis of engineering materials, Procedure of failure analysis, tools and techniques for the analysis of fracture in metals and materials; Case study of failure analysis in metals and materials; Special assignment of selected topics on failure analysis in metals and materials

Course Outline

- | | |
|--|------------|
| 1. Failure analysis in engineering applications | (6 hours) |
| 2. Failure modes in materials | (6 hours) |
| 3. Factors affecting failure modes in materials | (6 hours) |
| 4. Procedure of failure analysis, tools and techniques | (6 hours) |
| 5. Case studies of failure analysis in engineering materials | (12 hours) |

Structure and Properties of Metals and Materials Courses**531741 Advanced Structural and Tool Materials****3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Concepts of the development of advanced materials for structural applications and manufacturing processes; Thermodynamics and physical metallurgy of amorphous alloys; Advanced materials for structural applications, amorphous alloys, high temperature materials, shape memory alloys, and functional grade materials; Advanced ceramics for abrasive and cutting tools

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Concepts of the development of advanced materials for structural applications and manufacturing processes | (3 hours) |
| 2. Thermodynamics of amorphous alloys | (3 hours) |
| 3. Physical metallurgy of amorphous alloys | (3 hours) |
| 4. High temperature materials and their physical metallurgy | (6 hours) |
| 5. Shape memory alloys and their physical metallurgy | (6 hours) |
| 6. Functional grade materials | (6 hours) |
| 7. Advanced ceramics for abrasive and cutting tools | (9 hours) |

531742 Biomaterials and Bio-Devices**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Concepts of the development of biomaterials; Mechanical properties, physical properties and surface properties of materials; Biology and biochemical of cells and tissue; Host reaction to biomaterials and compatibility assessment; Degradation of biomaterials; Applications of biomaterials and designs of bio-devices in medicine and biology; Standard regulations and ethics in the development of biomaterials and bio-devices

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Concepts of the development of biomaterials | (3 hours) |
| 2. Mechanical properties, physical properties and surface properties of materials | (6 hours) |

- | | |
|---|-----------|
| 3. Biology and biochemical of cells and tissue | (6 hours) |
| 4. Host reaction to biomaterials and compatibility assessment | (6 hours) |
| 5. Degradation of biomaterials | (3 hours) |
| 6. Applications of biomaterials and designs of bio-devices in medicine and biology | (9 hours) |
| 7. Standard regulations and ethics in the development of biomaterials and bio-devices | (3 hours) |

531743 Electronic and Magnetic Materials

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Concepts of the development of materials for electronic devices e.g. transistors, diode, and actuator; Electrical properties, magnetic properties, optical properties and other physical properties of materials; Electronics materials, semiconductors, piezoelectric materials, ferromagnetic materials, and photonic materials; Electronic devices and memory architecture; Processing of electronic materials and devices

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Concepts of the development of electronic materials | (3 hours) |
| 2. Electrical properties of materials | (3 hours) |
| 3. Magnetic properties of materials | (3 hours) |
| 4. Optical properties and other physical properties of materials | (6 hours) |
| 5. Electronics materials: semiconductors, piezoelectric materials, ferromagnetic materials and photonic materials | (6 hours) |
| 6. Electronic devices and memory architecture | (6 hours) |
| 7. Processing of electronic materials and devices | (9 hours) |

531744 Solidification Science

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Heat transfer, solute redistributions, and capillarity effects; Solidification models; Solidification of metals and alloys, atomic transfer at the solid/liquid interfaces, morphological instability of a solid/liquid interface; Cells and dendrites; Eutectic and peritectic solidifications; Directional solidification and solute redistribution; Rapid solidification; Solidifications in metal processing

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Heat transfer, solute redistributions, and capillarity effects | (3 hours) |
| 2. Solidification models | (3 hours) |
| 3. Solidification of metals and alloys | (6 hours) |
| 4. Morphological instability of a solid/liquid interface | (3 hours) |
| 5. Cells and dendrites | (3 hours) |
| 6. Eutectic and peritectic solidifications | (3 hours) |
| 7. Directional solidification and solute redistribution | (3 hours) |
| 8. Rapid solidification | (3 hours) |
| 9. Solidifications in metal processing | (9 hours) |

531745 Powder Metallurgy**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Advanced theory of powder metallurgy; Atomization theory and industrial practice; Consolidation theory of metal powders; Sintering theory and practices; Thermodynamics of sintering atmosphere; Powder metallurgy materials; Design of powder metallurgy processes and parts; Design consideration for the production of powder metallurgy parts; Metallographic interpretation of sintered products; Advanced analytical method for powder metallurgy; Case studies in powder metallurgy; New development in powder metallurgy processes

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Advanced theory of powder metallurgy | (3 hours) |
| 2. Atomization theory and industrial practice | (3 hours) |
| 3. Consolidation theory of metal powders | (3 hours) |
| 4. Sintering theory and industrial practices | (3 hours) |
| 5. Thermodynamics of sintering atmosphere | (3 hours) |
| 6. Powder metallurgy materials | (3 hours) |
| 7. Design of powder metallurgy processes and parts | (3 hours) |
| 8. Design consideration for the production of powder metallurgy parts | (3 hours) |
| 9. Metallographic interpretation of sintered products | (3 hours) |
| 10. Advanced analytical method for powder metallurgy | (3 hours) |
| 11. Case studies in powder metallurgy | (3 hours) |
| 12. New development in powder metallurgy processes | (3 hours) |

531746 Ferrous Powder Metallurgy**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Introduction to powder metallurgy; Iron and steel powder production; Powder characteristics; Industrial powder consolidation techniques; Defects in green compact and examination; Sintering of ferrous alloys; Secondary processes of ferrous powder metallurgy parts; Structure, properties and application of ferrous powder metallurgy parts; Design consideration for ferrous powder metallurgy part production; Powder metallurgy of stainless steel; Special assignment of selected topics on ferrous powder metallurgy

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Introduction to powder metallurgy | (3 hours) |
| 2. Iron and steel powder production | (3 hours) |
| 3. Powder characteristics | (3 hours) |
| 4. Industrial powder consolidation techniques | (6 hours) |
| 5. Defects in green compact and examination | (3 hours) |
| 6. Sintering of ferrous alloys | (6 hours) |
| 7. Secondary processes of ferrous powder metallurgy parts | (3 hours) |
| 8. Structure, properties and application of ferrous powder metallurgy parts | (3 hours) |
| 9. Design consideration for ferrous powder metallurgy part production | (3 hours) |
| 10. Powder metallurgy of stainless steels | (3 hours) |

531747 Sintering**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Advanced sintering theory; Thermodynamic and kinetic theory of solid state sintering of blended powders and mixed powders; Thermodynamic and kinetic theory of liquid phase sintering; Thermodynamic and kinetic theory of pressure assisted sintering; Sintering equipments; Sintering measurement techniques; Sintering atmosphere; Defects in sintering, causes and solutions; Advanced sintering techniques and future directions

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Advanced sintering theory | (3 hours) |
| 2. Thermodynamic and kinetic theory of solid state sintering of blended powders | (6 hours) |
| 3. Thermodynamic and kinetic theory of solid state sintering of mixed powders | (6 hours) |
| 4. Thermodynamic and kinetic theory of liquid phase sintering | (3 hours) |
| 5. Thermodynamic and kinetic theory of pressure assisted sintering | (3 hours) |
| 6. Sintering equipments | (3 hours) |
| 7. Sintering measurement techniques | (3 hours) |
| 8. Sintering atmosphere | (3 hours) |
| 9. Defects in sintering: causes and solutions | (3 hours) |
| 10. Advanced sintering techniques and future directions | (3 hours) |

531748 Principle of Metal Welding**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

History and definition of welding; welding technology; Phase transformation during welding; Transport phenomena concerning with welding; Mechanical phenomena concerning with welding; Welding problems as well as welding standards; Applications of theoretical background for the development of new welding technologies

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. History and definition of welding | (1 hour) |
| 2. Welding technology | (8 hours) |
| 3. Phase transformation during welding | (6 hours) |
| 4. Transport phenomena concerning with welding | (6 hours) |
| 5. Mechanical phenomena concerning with welding | (6 hours) |
| 6. Welding problems as well as welding standard | (6 hours) |
| 7. Applications of theoretical background for the development of new welding technologies | (3 hours) |

531749 Physics of Laser Materials Processing**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Fundamental of laser; Interaction of laser and matter; Thermal processes in laser-materials Interactions; Plasma phenomena in laser materials processing; Mechanism during laser materials processing; The development of laser materials processing for future

Course outline

1. Fundamental of laser (6 hours)
2. Interaction of laser and matter (6 hours)
3. Thermal processes in laser-materials Interactions (6 hours)
4. Plasma phenomena in laser materials processing (6 hours)
5. Physical mechanism during laser materials processing (6 hours)
6. The development of laser materials processing for future (6 hours)

531750 Nanotechnology

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Introduction to nanotechnology; Synthesis of nanomaterials; Molecular nanotechnology; Nanopowders and nanomaterials; Carbon nanotubes; Photonic nanomaterials; Optical nanomaterials; Nanoelectronics; Future applications of nanotechnology

Course Outline

1. Introduction to nanotechnology (6 hours)
2. Synthesis of nanomaterials (6 hours)
3. Molecular nanotechnology (6 hours)
4. Nanopowders and nanomaterials (3 hours)
5. Carbon nanotubes (3 hours)
6. Photonic nanomaterials (3 hours)
7. Optical nanomaterials (3 hours)
8. Nanoelectronics (3 hours)
9. Future applications of nanotechnology (3 hours)

531751 High Temperature Metals and Alloys

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Elevated-temperature characteristics of metals and alloys; Mechanical properties at elevated temperatures; Corrosion at elevated temperatures; Properties of ferrous heat-resistant alloys; Properties of super alloys; Properties of non-ferrous heat-resistant materials

Course Outline

1. Classification and applications, elevated-temperature characteristic, mechanical properties and corrosion at elevated temperature (6 hours)
2. Properties of ferrous heat-resistant alloys (6 hours)
 - 2.1 Carbon and alloys steels
 - 2.2 Stainless steels
3. Properties, processing and application of superalloys (9 hours)
4. Properties of nonferrous heat-resistant materials (9 hours)
 - 4.1 Titanium and titanium alloys
 - 4.2 Refractory metals and alloys
 - 4.3 Nickel-chromium and nickel-thoria alloys
 - 4.4 Structural intermetallics
 - 4.5 Intermetallic heat-resistant materials
5. Property control for high temperature services (6 hours)

531752 Physical Metallurgy of Steels**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Fundamental characteristics of iron; Fundamental reactions in the iron-carbon, iron-carbon-x and multicomponent alloy systems; Austenite decomposition in iron-carbon-x alloy systems; Mechanical behavior of iron and steel; strengthening mechanisms; Processing, properties and application of steels: low-carbon steels, structural carbon-manganese steels, high-strength engineering steels, stainless steels, specially steels, coated sheet steels

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Classification, properties, processing and application of steels | (3 hours) |
| 2. Fundamental characteristics of iron | (3 hours) |
| 3. Alloys system of steel | (6 hours) |
| 3.1 Formations of alloys | |
| 3.2 Phase diagrams of iron alloys | |
| 3.3 Phase transformation of iron alloys | |
| 4. Austenite decompositions in Fe-C-X alloy systems | (3 hours) |
| 5. The mechanical behavior of iron and steel | (3 hours) |
| 6. Strengthening mechanisms | (3 hours) |
| 7. Low carbon steel | (3 hours) |
| 8. Structural steel and high-strength engineering steel | (3 hours) |
| 9. Stainless steel | (3 hours) |
| 10. Specialty steel | (3 hours) |
| 11. Coated sheet steel | (3 hours) |

531753 Metal Matrix Composites**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Classification of composite materials, metal matrix composites; Metal matrices and reinforcing materials; Mechanics of composites, elasticity, viscoelasticity; fiber-reinforced composites, particulate composites, porous composites; Fabrication and design; Property assessment, mechanical, physical, electrical and chemical properties; Failure analysis, degradation and damage mechanisms of composites; Special assignment of selected topics on metal matrix composites

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Classification of composite materials | (3 hours) |
| 2. Metal matrices and reinforcing materials | (3 hours) |
| 3. Mechanics of composite materials | (9 hours) |
| 4. Fabrication and design | (9 hours) |
| 5. Property assessment | (6 hours) |
| 6. Failure analysis, degradation and damage mechanisms of composites | (3 hours) |
| 7. Special assignment of selected topics on metal matrix composite | (3 hours) |

Metals and Materials Fabrication Technology Courses

531761 Gas-Metal Reactions for Heat Treatment

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Metallurgical thermodynamics; review of the calculations of some basic thermodynamic functions, chemical potential and chemical equilibrium; Furnace atmospheres; gas reactions in the furnace atmosphere, classifications of prepared atmospheres, composition of atmospheres inert to heated steels; Furnace atmosphere control; Surface hardening of steels by gas-metal reactions; Control of surface carbon content in heat-treated steels and process control in gas carburizing; Special assignment of selected topics on gas-metal reactions for heat treatment

Course Outline

1. Metallurgical thermodynamics (8 hours)
 - 1.1 Review of the calculation of Metallurgical thermodynamics
 - 1.2 Chemical potential
 - 1.3 Chemical equilibrium
2. Furnace atmospheres (10 hours)
 - 2.1 Furnace atmosphere gas reactions
 - 2.2 Classifications of prepared atmospheres
 - 2.3 Composition of atmospheres inert to heated metal (steel)
3. Furnace atmosphere control (2 hours)
4. Surface hardening of steels by gas-metal reactions (8 hours)
 - 4.1 Gas carburizing
 - 4.2 Carbonitriding
 - 4.3 Gas nitriding
 - 4.4 Gaseous nitrocarburizing
5. Control of surface carbon content in heat treating of steels (8 hours)
 - 5.1 Control of carbon potential
 - 5.2 Process control in gas carburizing

531762 Green Technology for Metal Industry

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Emissions, pollutions and hazardous wastes in industrial metal processing; Control, elimination and treatment of pollutions and wastes industrial metal processing; Study on metal manufacturing processes for environmental; Study on recycling of metals

Course Outline

1. Emission, pollutions and hazardous wastes in industrial metal processing (6 hours)
2. Control and treatment of wastes from industrial metal processing (9 hours)
3. Review of extractive metallurgy (6 hours)
4. Recycling and refining processes (15 hours)
 - 4.1 Iron and steel
 - 4.2 Aluminum
 - 4.3 Copper
 - 4.4 Lead, zinc and tin
 - 4.5 Other interested metals

531763 Cast Iron Technology**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Classification, basic metallurgy and solidification characteristics of cast irons; Metallurgy and properties of gray irons, ductile irons, compacted graphite irons, malleable irons, high-alloy white irons, and high-alloy graphitic irons; Casting processes and foundry practice for cast irons; Heat treatment of gray irons, ductile irons, and malleable irons; Casting defects and failure analysis of cast irons; Special assignment of selected topics on cast iron technology

Course Outline

- | | |
|--|------------|
| 1. Classification and basic metallurgy of cast irons | (3 hours) |
| 2. Solidification characteristics of cast irons | (3 hours) |
| 3. Metallurgy and properties of cast irons | (14 hours) |
| 4. Casting processes and foundry practice for cast irons | (4 hours) |
| 5. Heat treatment of cast irons | (6 hours) |
| 6. Casting defects and failure analysis of cast irons | (6 hours) |

531764 Casting Technology**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Foundry raw materials and molding processes for metal casting; Melt preparation, reaction of melts with environment; Energy and material balance in Cupola; Fluid mechanics and gating design; Heat transfer and solidification of metals and alloys; Die casting; Squeeze casting; Semi-solid casting; Lost wax casting, lost foam casting; Analysis of casting defects; Special assignment of selected topics on casting technology

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Foundry raw materials and molding processes for metal casting | (3 hours) |
| 2. Melt preparation, reaction of melts with environment | (3 hours) |
| 3. Energy and material balance in Cupola | (3 hours) |
| 4. Fluid mechanics and gating design | (3 hours) |
| 5. Heat transfer and solidification of metals and alloys | (6 hours) |
| 6. Die casting | (3 hours) |
| 7. Squeeze casting | (3 hours) |
| 8. Semi-solid casting | (3 hours) |
| 9. Lost wax casting, lost foam casting | (3 hours) |
| 10. Continuous casting | (3 hours) |
| 11. Analysis of casting defects | (3 hours) |

531765 Surface Engineering**3(3-0-9)****Condition:** Consent of the school

Scope and definition of surface engineering; Surface characteristics; Tribology and degradation of material surfaces; Various techniques of surface engineering technology; Thermal hardening, Mechanical hardening; Thermochemical treatments; Vapour deposition processes; Ion implantation; Surface engineering by laser beam and electron beam; Coating processes; Characterization of surface engineered materials, case studies of surface engineered materials; Special assignment of selected topics on surface engineering

Course Outline

- | | |
|---|-------------|
| 1. Scope and definition of surface engineering | (1.5 hours) |
| 2. Surface characteristics | (3 hours) |
| 3. Tribology and surface degradations | (3 hours) |
| 4. Thermal hardening | (3 hours) |
| 5. Mechanical hardening | (1.5 hours) |
| 6. Thermochemical treatments | (6 hours) |
| 7. Vapour deposition processes | (6 hours) |
| 8. Ion implantation | (3 hours) |
| 9. Surface engineering by laser beam and electron beam | (3 hours) |
| 10. Coating processes | (3 hours) |
| 11. Characterisation and case studies of surface engineered materials | (3 hours) |

531766 Aluminium Technology

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Metallurgy of aluminium alloys; Melt treatments of aluminium alloys; Casting technology; Advanced fabrication techniques; semi-solid, thixo casting, powder metallurgy, thermal spraying, aluminium foam, mechanical processing; Heat treatment and surface treatment of aluminium alloys; Metallurgy-property relationships of aluminium alloys; Aluminium recycling; Special assignment of selected topics on aluminium technology

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Metallurgy of aluminium alloys | (6 hours) |
| 2. Melt treatments of aluminium alloys | (6 hours) |
| 3. Casting technology | (3 hours) |
| 4. Advanced fabrication techniques | (6 hours) |
| 5. Heat treatment and surface treatment of aluminium alloys | (6 hours) |
| 6. Metallurgy-property relationships of aluminium alloys | (3 hours) |
| 7. Aluminium recycling | (3 hours) |
| 8. Special assignment of selected topics on aluminium technology | (3 hours) |

531767 Steel Rolling Technology

3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Fundamental characteristics of steel; Theory of plastic deformation; Calculation of rolling parameters, tribology and heat transfer in rolling processes; Metallurgical aspect of rolling of steel: structural changes, strengthening mechanism and thermomechanical treatment; Rolling mills-operation and control

Course Outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Ironmaking and steelmaking, steel rolling processes | (3 hours) |
| 2. Fundamental of physical metallurgy of steel | (6 hours) |
| 3. Theory of plastic deformation | (3 hours) |
| 4. Calculation of rolling parameters | (3 hours) |
| 5. Tribology in the rolling process | (3 hours) |
| 6. Heat transfer in rolling mills | (3 hours) |
| 7. Microstructural change | (3 hours) |

- | | |
|---|-----------|
| 8. Strengthening mechanism | (3 hours) |
| 9. Thermomechanical treatment | (3 hours) |
| 10. Rolling mills-operation and control | (6 hours) |

Computer Aided Engineering and Special Topic Courses

531771 Finite Element Analysis for Metallurgical Engineering **3(3-0-9)**

Condition: Consent of the school

Introduction to finite difference analysis; Introduction to finite element analysis; Finite element equation: direct method; Finite element equation: variable method; Finite element equation: weighted residual method; Element interpolation and numerical matrix integration; Finite element analysis: solid problems; Finite element analysis: heat transfer problems; Applications of finite element analysis in metallurgical engineering

Course Outline

- | | |
|---|-----------|
| 1. Introduction to finite difference analysis | (3 hours) |
| 2. Introduction to finite element analysis | (3 hours) |
| 3. Finite element formulation: Direct method | (3 hours) |
| 4. Finite element formulation: Variable method | (3 hours) |
| 5. Finite element formulation: Weighted residual method | (3 hours) |
| 6. Element interpolation and numerical matrix integration | (3 hours) |
| 7. Finite element analysis: solid problems | (6 hours) |
| 8. Finite element analysis: heat transfer problems | (6 hours) |
| 9. Applications of finite element analysis in metallurgical engineering | (6 hours) |

531772 Computational Methods in Metallurgical Engineering **3(3-0-9)**

Condition: Consent of the school

Principle of applying of computer for metallurgical engineering calculation, Principle of finite difference method, Principle of finite element method, Principle of finite volume method, Principle of boundary element method, Other topics concerned with applying of computer in metallurgical engineering

Course outline

- | | |
|--|-----------|
| 1. Principle of applying of computer for metallurgical engineering calculation | (6 hours) |
| 2. Principle of finite difference method | (6 hours) |
| 3. Principle of finite element method | (6 hours) |
| 4. Principle of finite volume method | (6 hours) |
| 5. Principle of boundary element method | (6 hours) |
| 6. Other topics concerned with applying of computer in metallurgical engineering | (6 hours) |

531773 Selected Topics in Computer Aided Metallurgical Engineering **3(3-0-9)**

Condition: Consent of the school

Select a specific topic on the application of computer software aided for thermodynamic calculations or finite element analysis or mathematical analysis. Analytical calculation on a selected

topic; Algorithm for computer software calculation; Solving of problems using the selected computer software; Programming of auxiliary programs for the selected computer software

Course Outline

1. Analytical calculation on a selected topic (12 hours)
2. Algorithm for computer software calculation (9 hours)
3. Solving of problems using the selected computer software (9 hours)
4. Programming of auxiliary programs for the selected computer software (6 hours)

531774 Advanced Topics in Metallurgical Engineering I 3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Study of advanced topics or new technology development in various fields of metallurgical engineering and materials

531775 Advanced Topics in Metallurgical Engineering II 3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Study of advanced topics or new technology development in various fields of metallurgical engineering and materials

531776 Selected Topics in Metallurgical Engineering I 3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Study of selected topics in particular fields of metallurgical engineering under supervision of faculty in charge of the program

531777 Selected Topics in Metallurgical Engineering II 3(3-0-9)

Condition: Consent of the school

Study of selected topics in particular fields of metallurgical engineering under supervision of faculty in charge of the program

531778 Metallurgical Engineering Master Project 6 credits

Condition: Consent of the school

Study of mater projects in advanced areas of metallurgical engineering and materials under supervision of faculty in charge of the program

SEMINAR COURSES

531881 Graduate Seminar I 1(1-2-4)

Condition: Consent of the school

Research assumption, research planning, reliability of experimental results, statistic analysis and, practices in reliability analysis of experimental results, oral presentation by invited speaker

531882 Graduate Seminar II 1(1-2-4)

Condition: Consent of the school

Literature survey and review, presentations of innovative/advanced topics in metallurgical engineering and materials by invited academic speakers, technical report writing, discussions on interested topics related to metallurgy and materials, ad oral presentations

531883 Graduate Seminar III **1(1-2-4)**

Condition: Consent of the school

Proposal writing, structures of research articles, writing research articles, discussions on interested topics related to metallurgy and materials, presentations of innovative/advanced topics in metallurgical engineering and materials by invited academic speakers

531891 Graduate Seminar IV **1(1-2-4)**

Condition: Consent of the school

presentations of innovative/advanced topics in metallurgical engineering and materials by invited academic speakers, discussions on interested topics related to metallurgy and materials Practices in literature review, oral presentation and academic report writing in recent topics of metallurgical engineering and materials by invited academic speakers

531892 Graduate Seminar V **1(1-2-4)**

Condition: Consent of the school

Writing research articles and academic articles in English, Weekly presentations of innovative/advanced topics in metallurgical engineering and materials by invited academic speakers, practice in oral presentations

531893 Graduate Seminar VI **1(1-2-4)**

Condition: Consent of the school

Presentations and discussions of recent research topics in metallurgical engineering and materials and related fields

MASTER AND DOCTORAL THESIS COURSES

531981 Master Thesis Scheme A1 48 credits

Condition: Consent of the school

Original research work leading to the preparation of a master thesis in the fulfillment of the master degree requirement

531982 Master Thesis Scheme A2 18 credits

Condition: Consent of the school

Original research work leading to the preparation of a master thesis in the fulfillment of the master degree requirement

531991 Doctoral Thesis Scheme 1.1 60 credits

Condition: Consent of the school

Original research work leading to the preparation of a doctoral Thesis Scheme in the fulfillment of the doctoral degree requirement (for master degree holders)

531992 Doctoral Thesis Scheme 2.1 45 credits

Condition: Consent of the school

Original research work leading to the preparation of a doctoral thesis in the fulfillment of the doctoral degree requirement (for master degree holders)

531993 Doctoral Thesis Scheme 2.2 60 credits

Condition: Consent of the school

Original research work leading to the preparation of a doctoral thesis in the fulfillment of the doctoral degree requirement (for honor bachelor degree holders)