جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

مهندسی مواد

گرایش های:

۱) استخراج فلزات، ۲) جوشکاری، ۳) خوردگی و حفاظت از مواد، ۴) ریخته گری، ۵) شکل دادن فلزات، ۶) شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

دوره: کارشناسی ارشد

گروه: فنی و مهندسی

به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی مصوب جلسه ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

بسمه تعالی

نام رشته: مواد

عنوان گرایش:۱)استخراج فلزات، ۲)جوشکاری، ۳)خوردگی و حفاظت از مواد، ۴)ریخته گری ، ۵) شکل دادن فلزات، ۶)شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

گروه: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

کارگروه تخصصی: مواد و متالورژی

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی دانشگاه: تهران

به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی، برنامه درسی بازنگری شده رشته مهندسی مواد با گرایش‌های ۱)استخراج فلزات، ۲)جوشکاری، ۳)خوردگی و حفاظت از مواد، ۴)ریخته گری ، ۵) شکل دادن فلزات، ۶)شناسایی و انتخاب مواد مهندسی در مقطع کارشناسی ارشد طی نامه شماره ۱۲۳/۲۲۰۳۳۷ تاریخ ۱۳۹۹/۱۰/۰۷ از دانشگاه تهران دریافت شد :

ماده یک-این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهرماه سال ۱۴۰۰ وارد دانشگاه ها ومراکز آموزش عالی می شوند قابل اجرا است.

ماده دو-این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و به تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی کشور که مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش وبرنامه ریزی آموزشی و سایر ضوابط ومقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری را دارند برای اجرا ابلاغ می شود.

ماده سه-این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنچیان

دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره: کارشناسی ارشد

رشته های :

«مهندسی مواد – استخراج فلزات»

«مهندسی مواد – جوشکاری»

«مهندسی مواد – خوردگی و حفاظت از مواد»

«مهندسی مواد – ریخته گری»

«مهندسی مواد – شکل دادن فلزات»

«مهندسی مواد – شناسایی و انتخاب مواد مهندسی»

پردیس دانشکده های فنی

مصوب جلسه مورخ ۹۶/۱۰/۱۷ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی متالورژی و مواد پردیس دانشکده های فنی بازنگری شده و در سیصد و سی و پنجمین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۹۶/۱۰/۱۷ به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی مقاطع تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی متالورژی و مواد

برنامه درسی مقاطع تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی متالورژی و مواد که توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی مواد و متالورژی پردیس دانشکده های فنی بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست، مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.
- این برنامه درسی جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته های مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات مصوب جلسه ۳۶۸ مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۲۰، مهندسی متالورژی و مواد(جوشکاری) مصوب جلسه ۳۲۵ مورخ ۱۳۷۵/۰۷/۰۱، مهندسی خوردگی و حفاظت مواد مصوب جلسه ۳۲۴ مورخ ۱۳۷۵/۰۶/۱۸، مهندسی مواد – ریخته گری مصوب جلسه ۳۹۷ مورخ ۱۳۷۹/۰۴/۱۹، شکل دادن فلزات مصوب جلسه ۳۵۳ مورخ ۱۳۷۶/۱۱/۰۵، مهندسی مواد، شناسایی و انتخاب مواد مهندسی مصوب جلسه ۳۶۸ مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۲۰ و برنامه درسی دوره ی دکترای متالورژی و مواد مصوب جلسه ۳۵۳ مورخ ۱۳۷۶/۱۱/۰۵ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، گردیده است.

سید حسین حسینی
معاون آموزشی دانشگاه

حسن ابراهیمی
مدیر کل برنامه ریزی و پایش آموزشی
دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۶/۱۰/۱۷ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی مقاطع تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی متالورژی و مواد صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمود نیلی احمد آبادی
رئیس دانشگاه تهران

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد – استخراج فلزات

فصل اول: مشخصات کلی

عنوان رشته

مهندسی مواد – استخراج فلزات

Materials Engineering – Metals Extraction

تعریف رشته

استخراج فلزات از گرایش‌های مهندسی مواد می‌باشد که بر روش‌های استخراج فلزات و مواد اولیه خام از مواد معدنی، کنسانتره، باطله ها و قراضه ها و همچنین جداسازی فلزات ارزشمند از یکدیگر تمرکز دارد. در استخراج فلزات به منظور دستیابی به فلز مورد نظر از طریق عملیات شیمیایی بر روی ماده معدنی تغلیظ شده از فرآیندهای پیرومتالورژی، هیدرومتالورژی و الکترومتالورژی استفاده می شود.

هدف رشته

هدف از برنامه ریزی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مواد گرایش استخراج فلزات، تربیت کارشناسان متخصص در موارد زیر می باشد:

- لیچینگ فلزات ارزشمند (مانند روی، مس، نیکل، نقره، طلا، لیتیم و فلزات نادر خاکی) با استفاده از عوامل شیمیایی و همچنین با کمک باکتری در دما و فشار پایین و بالا.
- حذف ناخالصی‌ها و همچنین بازیابی فلزات گرانبها با استفاده از روش‌های ترسیب، استخراج حلالی، سمانتاسیون، و الکتروویننینگ.
- بازیافت فلزات/ترکیبات و عملیات بر روی پساب‌ها ومحلول های خروجی
- بازیابی فلزات از منابع ثانویه مانند باتری‌های نیکل-کادمیوم و لیتیم - یون، سرباره کوره کنورتور LD، غبار کارخانه های تولید برق، سرباره کوره بلند، کاتالیست های NiO/Al_2O_3، کیک فرآیند تصفیه گرم و سرد تولید فلز روی، کیک فرآیند لیچینگ فلز روی.
- بهینه‌سازی پارامترهای مربوط به فرآیندهای مختلف مانند لیچینگ، استخراج حلالی و بازیافت.

ضرورت و اهمیت رشته

صنایع متالورژی و مواد جزو صنایع مادر کشورها بوده و در ایران نیز بهای زیادی به آن داده شده است. وجود صنایع بزرگ و کوچک متعدد و فراوان در زمینه متالورژی و مواد بخصوص در گرایش استخراج فلزات در ایران ضرورت تربیت کارشناسان متخصص برای آن ها را روشن می سازد. در واقع، استخراج فلزات از گرایش‌های

مهندسی مواد می‌باشد که بر روش‌های استخراج فلزات و مواد اولیه خام از مواد معدنی، کنسانتره، باطله ها و قراضه ها و همچنین جداسازی فلزات ارزشمند از یکدیگر تمرکز دارد. در استخراج فلزات به منظور دستیابی به فلز مورد نظر از طریق عملیات شیمیایی بر روی ماده معدنی تغلیظ شده از فرآیندهای پیرومتالورژی، هیدرومتالورژی و الکترومتالورژی استفاده می شود.

نقش و توانایی فارغ التحصیلان

فارغ‌التحصیلان این گرایش با شناخت روشهای استخراج فلزات و بهره‌برداری از واحدهای استخراج فلزات و بخشهای وابسته می‌توانند روشهای مقرون به صرفه استخراج فلزات و تصفیه و بازاریابی عناصر فلزی را ارائه دهند. دانش آموختگان این گرایش علاوه بر کار در کارخانه های تولید فلزات نظیر تولید فولاد و ذوب آهن، مس، آلومینیوم، سرب و روی و فلزات ارزشمند دیگر می توانند در مراکز تحقیقاتی در ارتباط با تولید فلزات و بازیافت فلزات مشغول به کار شوند. همچنین در صنایعی مثل نفت و پتروشیمی در ارتباط با مسائل بسیار مهم و حساس خوردگی فعالیت کنند. بازیافت فلزات و مواد مختلف که از نگرانی های آینده بشر می باشد می تواند توسط مهندسین این رشته به خوبی هدایت شود. همچنین در زمینه سنتز مواد جدید نظیر کاتالیست ها و مواد نانو ساختار می توان از مهندسین این گرایش بهره برد.

طول دوره و شکل نظام

برنامه درسی در این گرایش شامل ۳۲ واحد درسی نظری و عملی بوده، طول دوره ۲ سال است و در ۴ نیمسال برنامه ریزی و اجرا می شود. هر نیمسال شامل ۱۶ هفته آموزشی کامل در نظر گرفته شده است. دروس نظری به ازای هر واحد ۱۶ ساعت (یک ساعت در هفته) و دروس عملی به ازای هر واحد ۳۲ ساعت (دو ساعت در هفته) تدریس می شوند.

۱- دروس جبرانی: شامل۳ درس به ارزش ۸ واحد است که دانشجویانی که از رشته های غیر از مهندسی مواد هستند موظف به اخذ و گذراندن ۸ واحد دروس جبرانی هستند.

۲- دروس تخصصی: شامل ۷ درس به ارزش ۱۲ واحد است که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۲ واحد درسی هستند.

۳- دروس اختیاری: شامل ۱۴ درس به ارزش ۲۸ واحد است که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۴ واحد درسی از بین آن ها هستند.

۴- پایان نامه: شامل یک پروژه عملی به ارزش ۶ واحد

شرایط و ضوابط ورود به دوره

دارا بودن شرایط عمومی و اختصاصی مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.

فصل دوم: جداول دروس

۱- جدول دروس جبرانی

رشته مهندسی مواد- استخراج فلزات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک مواد ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۲	پیرومتالورژی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۳	هیدرومتالورژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		۸	-	۸	۱۲۸	-	۱۲۸	-

- دانشجویانی که از رشته های غیر از مهندسی مواد هستند موظف به اخذ ۸ واحد دروس جبرانی هستند.

۲- جدول دروس تخصصی

رشته مهندسی مواد - استخراج فلزات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	مشخصه یابی پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	-
۴	خطا در اندازه گیری	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶	-
۵	تئوری فرایند های پیرومتالورژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	تئوری فرایند های هیدروالکترومتالورژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۷	سینتیک پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		۱۱	۱	۱۲	۱۷۶	۳۲	۲۰۸	

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۲ واحد دروس تخصصی هستند.

۳- جدول دروس اختیاری

رشته مهندسی مواد - استخراج فلزات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	سیستم های چند جزیی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	اصول آنالیز حرارتی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	استخراج فلزات نادر	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	فرایند های نوین استخراج مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	پدیده های انتقال پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	مباحثی در ریاضیات مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	
۷	بازیافت مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۸	طراحی آزمایش ها	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۹	زیست فناوری در مهندسی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۰	اصول شبیه سازی فرایند های استخراجی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۱	بررسی فنی و اقتصادی تولید فلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۲	طرح و کنترل پیشرفته فرآیندهای متالورژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۳	سمینار	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۴	مباحث ویژه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		۲۸	-	۲۸	۴۴۸	-	۴۴۸	

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۴ واحد اختیاری می باشند.
- دانشجویان با تشخیص استاد راهنما می توانند از سایر گرایش ها نیز دروس اختیاری اخذ کنند.

فصل سوم: سرفصل های دروس

عنوان درس به فارسی: **ترمودینامیک پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Thermodynamics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مباحث تکمیلی ترمودینامیکی مطرح در رشته متالورژی و مهندسی مواد

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- تعادل های همگن و ناهمگن
- ترمودینامیک محلول ها، محاسبه کمیت های مولی و اکتیوته محلول ها و محلول های ایده ال
- محلول های با قاعده، توابع اضافی، محلول های رقیق، معادله گیبس دوهم در سیستم سه تایی
- تغییر دادن حالت استاندارد، خرائب تاثیر متقابل و پارمتر های تاثیر متقابل
- نمودار های متطقه پایداری ترکیبات، نمودارهای انرژی ازاد مولی نسبی یا غلظت و ارتباط ان ها با سیستم های دو تایی
- حلالیت و عدم حلالیت، تعادل بین فاز ها با ترکیب متغیر، محاسبات نمودارهای فازی، نمودار های اکتیویته مول جزیی
- انتروپی و احتمالات، معادله بولتزمن، انتروپی وضعیتی و انتروپی حرارتی
- مدل شبه شیمیایی و سایر مدل ها برای محلول ها، محلول های منظم، نظم پر و کم دامنه در محلول ها
- ترمودینامیک سطوح و مرز بین سطوح، انرژی سطحی و کشش سطحی، مرز داخلی و انفصال شیمیایی، انفصال ساختاری در مرز ها، انرژی نابجایی ها
- ترمودینامیک محلول های لبی، رابطه انرژی شیمیایی و الکتریکی، تاثیر غلظت بر نیروی الکتروموتیو، تشکیل پیل ها، نمودار های پوربه

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰-۲۰	آزمون نوشتاری: ٪۷۰-۶۰	-
		عملکردی: -	

منابع:

1. Introduction to the Thermodynamic of Materials, David R. Gaskell, 5th edition, Taylor and Francis Group, 2008
2. Thermodynamics in Materials Science, Robert Dehoff, 2nd Edition, Taylor and Francis Group, 2006

عنوان درس به فارسی: **مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Characterization of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: مشخصه یابی و شناسائی ساختار مواد و جلوه های مختلف آن شامل تعیین اندازه و مورفولوژی فازها، بررسی نقایص بلوری و فازها، تعیین چیدمان های اتمی بلوری و غیر بلوری فازها و تجزیه شیمیائی آنها با بهره گیری از میکروسکوپی الکترونی و دستگاههای مرتبط با آن و پراش پرتو ایکس.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- محدودیت میکروسکوپی نوری، پراش و حد تفکیک، پرتو الکترونی و انواع تفنگ های الکترونی، سامانه های تامین خلا، عدسی های مغناطیسی و الکترو استاتیکی، خطاهای عدسی ها، روزنه ها، اندرکنش پرتو الکترونی با مواد و سیگنال ها، ردیابی سیگنال ها.
- پرتو ایکس (مشخصه ها، تولید، انواع، جذب و فیلتر نمودن، اندرکنش با مواد)، پدیده پراش پرتو ایکس توسط چیدمان اتمی بلوری ماده، طیف سنجی پرتو ایکس، ضرایب و عوامل موثر بر شدت پراش ، روش های پراش پرتو ایکس، هندسه های پراش سنجی پرتو ایکس، بانک اطلاعات پراش مواد، تعیین ساختمان بلوری مواد از الگوی پراش، اندازه گیری های کیفی و کمی الگوهای پراش پرتو ایکس، پراش در حالت مطلوب و غیر مطلوب، تحلیل شرر، ویلیامسون-هال، رایتولد، اندازه گیری تنش های باقیمانده و بررسی بافت بلوری.
- میکروسکوپی الکترونی روبشی، بزرگنمایی، حد تفکیک و عمق میدان، سیگنال ها و کنتراست های تصویر آنها، میکروسکوپی تحت خلا محدود و میکروسکوپی محیطی، آماده سازی نمونه.
- میکروسکوپی الکترونی عبوری، تصاویر در میدان روشن و تاریک و پراش الکترونی، کنتراست های دامنه و فاز، الگوهای پراش الکترونی نقطه ای، حلقه ای، کیکوچی و پرتو های همگرا و شاخص گذاری آنها، اثر شکل رسوب بر الگوی پراش

دانشگاه تهران
شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی

الکترونی، آماده سازی نمونه فویل نازک، نظریه های سینماتیکی و دینامیکی پراش و تبیین جلوه های تصویری بر مبنای آنها، کنتراست های تفایض بلوری، بررسی ارتباط بلوری فازها، کنتراست با حد تفکیک بالا یا کنتراست شبکه ای، تعیین ترکیب شیمیایی با طیف سنجی الکترون های انرژی از دست داده .

- تجزیه شیمیائی مواد با استفاده از پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی با استفاده از تفکیک انرژی پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی به کمک تفکیک طول موج پرتو ایکس، تجزیه شیمیایی کیفی و کمی و موارد مصنوعی طیف ها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۳۵	-	آزمون نوشتاری: ٪۳۵	٪۳۰
		عملکردی: -	

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Edition, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Characterization of Materials Laboratory

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: انجام و تحلیل آزمایش های عملی در خصوص شناسایی ساختار مواد (فازها، ساختمانهای بلوری و نقایص بلوری) به کمک پراش پرتو ایکس، میکروسکوپی الکترونی روبشی و عبوری و دستگاههای تجزیه شیمیایی مرتبط با آنها

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آزمایش طیف سنجی پرتو ایکس
- آزمایش تعیین خطای پهن شدن قله پراش سنج پرتو ایکس و اندازه گیری بلورچه های ساختارهای نانو به روش شرر
- آزمایش اندازه گیری ساختارهای نانو به روش ویلیامسون-هال
- آزمایش تعیین ساختمان بلوری یک نمونه در حالات پودر، فویل و فله با استفاده از پراش پرتو ایکس و بانک اطلاعات پراش مواد
- آزمایش اندازه گیری دقیق ثوابت شبکه بلوری
- آزمایش شناسایی ماده چند فازه به کمک میکروسکوپی الکترونی روبشی و کنتراست های تصویر مختلف و تجزیه شیمیایی فازها و ماده
- آزمایش شکست نگاری (بررسی سطوح شکست ترد و نرم) توسط میکروسکوپی الکترونی روبشی
- آزمایش تعیین الگوی پراش الکترونی و شاخص گذاری آن
- آزمایش شناسایی ساختمانهای بلوری یک ماده دو فازه روی فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری و بررسی مواضع هر فاز
- آزمایش بررسی نقایص بلوری نمونه فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری

دانشگاه تهران
شورای برنامه ریزی آموزشی

- پژوهش جامع شناسایی ساختاریک نمونه مجهول به کمک روش های مختلف (پروژه)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
سؤالات حین ارایه: ٪۱۰ گزارش های آزمایشها: ٪۶۰	-	آزمون نوشتاری: - عملکردی: -	٪۳۰

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: خطا در اندازه گیری

عنوان درس به انگلیسی: Error in Measurement

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجو با انواع خطا های کمی و کیفی که در اندازه گیری ها رخ می دهد و نحوه برخورد با ان ها برای ارائه درست داده ها و تجزیه و تحلیل صحیح نتایج

تعداد ساعت درس: ۱۶

سرفصل درس:

- تعریف انواع خطا (سیستمانیک و اتفاقی)
- ماهیت اندازه گیری(گرد کردن اعداد- نامعلومی عددی – اعداد اهمیت دار – قوانین ضرب، تقسیم، جمع و منها کردن اعداد – دقت نسبی – درصد اختلاف بین اعداد -- نحوه نوشتن اعداد بزرگ و کوچک)
- نحوه ارائه داده ها(آشنایی با انواع داده ها و کلیه روش های ارائه داده ها به صورت نموداری و جدول از قبیل انواع نمودار های خطی و ستونی و کاربرد ان ها برای داده های کیفی و کمی گوناگون)
- روش های ارائه داده(دیاگرام پارتو – دیاگرام نقطه ای – دیاگرام جعبه ای – دیاگرام ساقه و برگ)
- توزیع های فراوانی (دسته بندی داده ها)
- احتمالات (قوانین کلی)
- توزیع احتمال
- توزیع باینومیال
- توزیع نرمال
- توزیع تی
- نمودارهای کنترل کیفیت

- وابستگی و درجه وابستگی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۵-۲۰	-	آزمون های نوشتاری: ٪۸۰-۷۵	ندارد
		عملکردی: -	

منابع:

1. Measurement Errors and Uncertainties, Theory and Practice, Rabinovich, Semyon G., Springer, 2005.
2. R. A. Johnson, "Probability and Statistics for Engineers",Prentice-Hall International, Inc, Fifth Edition, 1994.
3. D. C. Baird, "An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design, Prentice Hall, Second Edition, 1988.
4. Tom Cass, "Statistical Methods in Management 1", Cassell, London, Fifth Edition, 1980.

عنوان درس به فارسی: **تئوری فرآیندهای پیرومتالورژی**

عنوان درس به انگلیسی: Theory of Pyrometallurgical Processes

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: در این درس دانشجو با اصول فرآیندهای استخراج فلزات با روشهای پیرومتالورژی آشنا می شود و با تدوین و ارائه یک سمینار در ارتباط با یک یا چند مبحث درس، با موارد عملی مرتبط با درس نیز تمرین می کند.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- ترمودینامیک و سینتیک تشویه ، ترمودینامیک تشویه، سینتیک تشویه، حرارت تشویه، تشویه کلریدی، سیستم کلسیم-گوگرد-اکسیژن
- مشخصات فیزیکی و شیمیایی سرباره ها، سرباره های نوع کوره بلند، بازیسیته سرباره، اثر پتانسیل اکسیژن در سیستم های سرباره ای، اجزای غیر اکسیدی در سرباره ها، گازها در سرباره، سرباره های آهنی، خواص فیزیکی سرباره ها،
- تئوری احیای فلزات، ویژگیهای استخراج فلزات، احیا با متواکسید کربن، احیا با هیدروژن، احیا با گاز متان، احیا با سایر عوامل احیا کننده، احیای اکسیدهای آهن، احیای سایر کانی های اکسیدی، گدازش مات
- تئوری اکسیداسیون و تصفیه اکسیدی فلزات، تصفیه آتشی در فولادسازی ، رفتار عناصر ناخالصی در جریان فولادسازی، ترمودینامیک فولاد مایع ، محلول های چند جزئی، واکنش های فولادسازی، تصفیه آتشی سایر فلزات، گوگردزدایی، اکسیژن زدایی، الکترولیز نمک های مذاب،
- هدایت کنندگی و عبوردهی جریان الکتریکی، هدایت کنندگی یونی، نمک های مذاب، الکترولیت های جامد، انتقال یونی، فرآیندهای نمک مذاب
- سایر فرآیندهای تصفیه فلزات، فرآیندهای فلز- فلز، فرآیندهای فلز- گاز، فرآیندهای الکترولیز

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۵	آزمون های نوشتاری: ٪۵۰ عملکردی: -	٪۱۵

منابع:

1. Principles of Extractive Metallurgy: T. Rosenqvist, Wiley, 1983.
2. Extraction of pyrometallurgy, Alcock, Academic Press, 1976.
3. Extraction of non-ferrous metals, Ray Sridhar and Abraham, East-West Press, 1985.

عنوان درس به فارسی: تئوری فرآیندهای هیدروالکترومتالورژی

عنوان درس به انگلیسی: Theory of hydro-electro-metallurgical processes

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:

تدریس تئوری مباحث هیدرومتالورژی شامل لیچینگ، تصفیه محلول و استحصال محصول جامد فلزی یا ترکیب فلز از محلول های پالایش شده غنی شده از کوته های فلز مورد نظر. تدریس مباحث مرتبط با اصول الکتروشیمی و فرآیندهای الکترومتالورژیکی و فرآیندهای تصفیه الکتروشیمیایی.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- ترمودینامیک و سینتیک لیچینگ
- تصفیه محلول ها
- تعویض یونی
- استخراج حلالی
- ترسیب شیمیایی و بازیابی فلز از محلول تصفیه شده
- فرآیندهای الکتروشیمیایی
- فرآیندهای تهیه الکتروشیمیایی (الکتروویننینگ) برای مس، نیکل، آلومینیم و روی.
- فرآیندهای تصفیه الکتروشیمیایی (الکتروریفاینینگ) برای مس، نیکل، آلومینیم و روی.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری: ٪۳۰ عملکردی: -	٪۳۰

منابع

1. Jackson, Eric, "Hydrometallurgical Extraction and Reclamation", Ellis Horwood Limited, England,1986.
2. Free, L. Michael, "Hydrometallurgy: Fundamentals and applications", Wiley, USA, 2013.
3. T. Havlik, "Hydrometallurgy: Principles and Applications", Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering, 2008.

عنوان درس به فارسی: سینتیک پیشرفته مواد

عنوان درس به انگلیسی: Advanced kinetics of materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان با اصول حاکم بر سینتیک فرآیند های شیمیایی و مکانیزم انجام آنها، آشنایی با اصول طراحی راکتورهای شیمیایی

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مرور قوانین سینتیک شیمیایی،
- روش های تعیین سرعت واکنش ها،
- بررسی اثر دما و کاتالیزور بر سرعت واکنش ها، سینتیک جذب شیمیایی،
- مدل های سینتیکی واکنش های سیال – جامد،
- اصول طراحی راکتورهای شیمیایی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۴۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری: ٪۳۰	-
		عملکردی: -	

منابع

۱. سینتیک فرآیندهای متالورژیکی ، فتحی حیشی، ترجمه علی انتظاری-شهرام دانش پژوه، نشر دانشگاهی، ۱۳۹۲.

۲. سینتیک شیمیایی ، غلامعباس پارسافر-بیژن نجفی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۸.

۳. فرآیندهای سینتیکی در مهندسی مواد و متالورژی، خطیب الاسلام صدرنژاد، نشر امیرکبیر، ۱۳۹۲.

۴. مقدمه ای بر سینتیک مهندسی مواد و متالورژی، محمد شیخ شاب بافقی، میثم جلالی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۷.

5. Physical chemistry, Gordon M. Barrow, McGraw-hill book company, sixth Edition, 1996.
6. Octave levenapiel, John wiley& sons, "Chemical Reaction Engineering", 3rd edition, 1999.
7. luis Arnaut, "Chemical kinetics", Elsevier, 2007.

عنوان درس به فارسی: سیستمهای چند جزئی

عنوان درس به انگلیسی: Multicomponent Systems

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان با سیستمهای چند جزئی و مبانی حاکم بر آنها، تحلیل سیستمهای چند جزئی

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- سیستمهای تک جزئی، قانون فازهای گیبس، رسم دیاگرام بر اساس اطلاعات ترمودینامیکی
- سیستمهای دوجزئی، دیاگرام های انرژی آزاد، دیاگرام های پایداری، روشهای رسم دیاگرام های دوجزئی بر اساس اطلاعات ترمودینامیکی، روشهای تجربی رسم دیاگرام ها
- سیستمهای سه جزئی، انکتیک سه تائی، روش تعیین ترکیب در دیاگرام سه تائی، مسیرهای سرد شدن تعادل آلیاژ در دیاگرام های سه تائی، خطوط آلکمید، مقاطع دما ثابت دیاگرام های سه تائی
- سیستمهای چهار تائی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۵	آزمون های نوشتاری: ٪۲۵	٪۳۰
		عملکردی: -	

منابع:

1. Introduction to phase equilibria in ceramics, C.G. Bergeron and S.H Risbud, University of Illinois, Wiley, 2006.

2. Physical Ceramics – Principles for Ceramic Science and Engineering, Y.M Chiang,D. Birnie and W.D. Kingery, Wiley & Sons, 1997.
3. Fundamentals of phase equilibria in ceramics systems, M.F. Berard, Techbooks, 1990.
4. Ternary Equilibrium Diagrams, D.R.F. West, Springer, 1982.

عنوان درس به فارسی: **اصول آنالیز حرارتی مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Principles of Thermal Analysis of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان **به اصول** روش های آنالیز حرارتی مواد و نقش متغیر های موثر در حصول جواب های قابل اطمینان

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنایی کلی با **روش های** آنالیز حرارتی، آنالیز حرارتی جرم سنجی افتراقی (Differential Thermogravimetry)، متغیر های موثر روی این آزمایش، نحوه مطالعات سینتیکی فرآیندها با این روش
- آنالیز حرارتی Differential Thermal analysis (DTA) and Differential scanning calorimetry(DSC)، متغیر های موثر در اخذ جواب مناسب از این روش، نحوه مطالعات سینتیکی با این روش
- روش های آنالیز حرارتی هم زمان، TG-DSC، TG-DTA
- روش های شناسایی و آنالیز گازها در دستگاه های آنالیز حرارتی (Evolved gas analysis (EGA) and Evolved gas detection (EGD)
- ترکیب روش های EGA و EGD با TG و DSC یا DTA
- روش های آنالیز حرارتی مکانیکی- حرارتی ، Thermodilatometry(TDA), Thermomechanical Analysis (TMA) and Dynamic Thermomechanometry(DMA)، سایر روش های آنالیز حرارتی و روش های کالریمتری در دمای ثابت

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری: ٪۳۵	٪۲۵
		عملکردی:-	

منابع

1. Micheal E. Brown," Introduction to Thermal Analysis Techniques and Applications" Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 2001.
2. Paul Gabbott," Principles and Application of Thermal Analysis" Blackwell publishing, 2008.
3. Robert F. Speyer," Thermal Analysis of Materials" Marcel Dekker INC., 1994.
4. T. Hatakeyama, Z. Liu," Hand Book of Thermal Analysis",John wiley & sons, 1998.
5. P. J. Haines, "Principles of Thermal Analysis and Calorimetry", 2002, RSC.
6. W.W.M. Wendlandt, "Thermal Analysis", 1986, John Wiley & Sons.
7. Stephen Z.D. Cheng" Hand book of Thermal Analysis and Calorimetry" Elsevier, 2002.
8. Joseph D. Menczel and R. Bruce Prime "Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications" Wiley, 2009.

عنوان درس به فارسی: **استخراج فلزات نادر**

عنوان درس به انگلیسی: Extractive of Rare Metals

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: در این درس دانشجو با فرآیندهای استخراج تعدادی از فلزات نادر آشنا می شود و با تدوین و ارائه یک سمینار در ارتباط با یک یا چند مبحث درس، با موارد عملی مرتبط با درس نیز تمرین می کند.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- استخراج تیتانیم
- استخراج تنگستن
- استخراج مولیبدن
- استخراج زیرکونیم
- استخراج هافنیم
- استخراج نایوبیم
- استخراج تانتال
- استخراج اورانیم
- استخراج رنیم
- استخراج ژرمانیم
- استخراج سلنیم
- استخراج تلوریم

- استخراج پلاتینیم
- استخراج آنتیموان
- استخراج بیـــموت

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۵	آزمون های نوشتاری : ٪۵۰	٪۱۵
		عملکردی: -	

منابع:

1. F. Habashi, "Handbook of Extractive Metallurgy", Vol. II & III,
2. Rare Metal Technology, Neale R. Neelameggham, Shafiq Alam, Harald Oosterhof, Animesh Jha, David Dreisinger, Shijie Wang, The Minerals, Metals & Materials Society, 2015.

عنوان درس به فارسی: **فرآیندهای نوین استخراج مواد**

عنوان درس به انگلیسی: New Processes of Materials Extraction

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: هدف از این درس آشنایی دانشجویان با محدودیت های روش های مرسوم، روند توسعه نوآوری ها و نیز آشنایی با روش های پیشرفته فرآوری و استخراج مواد است.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- چالش‌ها، اصلاحات و فرآیندهای متالورژی استخراجی فلزات آهنی، چالش‌های روش‌های مرسوم تولید آهن و اصلاحات نوین صورت گرفته روی این روش‌ها بر اساس افزایش راندمان، کاهش مصرف انرژی و کاهش آلودگی ، چالش‌های روش‌های مرسوم فولادسازی و اصلاحات نوین صورت گرفته روی این روش‌ها بر اساس افزایش راندمان، کاهش مصرف انرژی و کاهش آلودگی، مبانی و فناوری روش‌های نوین تولید آهن و فناوری روش فولادسازی ثانویه
- چالش‌ها، اصلاحات و فرآیندهای متالورژی استخراجی فلزات غیرآهنی، چالش‌های روش‌های مرسوم پیرو و هیدرومتالورژی در تولید مس و اصلاحات نوین صورت گرفته روی این روش‌ها بر اساس افزایش راندمان، کاهش مصرف انرژی و کاهش آلودگی و فناوری روش‌های نوین تولید مس، چالش‌های روش‌های مرسوم پیرو و هیدرومتالورژی در تولید طلا، آلومینیم، روی، نیکل و... و اصلاحات نوین صورت گرفته روی این روش‌ها بر اساس افزایش راندمان، کاهش مصرف انرژی و کاهش آلودگی، کاربرد فناوری بایو در استحصال فلزات غیرآهنی از کانی‌های مقاوم و کم‌عیار مس، طلا، نیکل و کبالت (واکنش‌های بایوشیمیایی، انحلال میکروبی، انواع باکتری‌ها، انتخاب و رشد باکتری‌ها و ...)
- اصول فعال‌سازی مکانیکی در فرآوری مواد
- اصول فناوری فراصوتی در فرآوری مواد (سونوشیمی)

دانشگاه تهران
شورای برنامه‌ریزی گسترش و نظارت آموزشی

- اصول فناوری ماکروویو در فرآوری مواد

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۵	آزمون های نوشتاری: ٪۵۰	٪۱۵
		عملکردی: -	

منابع

1. A. Babich, D. Senk, H. W. Gudenau, K. Th. Mavrommatis, "Iron making", RWTH Aachen University, Department of Ferrous Metallurgy, 2008.
2. Ah. Ghosh, "Secondary steelmaking, Principles and Applications", CRC Press LLC, 2001.
3. Mark E. Schlesinger, Matthew J. King, Kathryn C. Sole, William G. Davenport, "Extractive Metallurgy of Copper, Elsevier, 2011.
4. F. K. Crundwell, M. S. Moats, V. Ramachandran, T. G. Robinson, W. G. Davenport, "Extractive Metallurgy of Nickel, Cobalt and Platinum Group Metals", Elsevier, 2011.
5. P. Balaz, "Mechanochemistry in Nanoscience and Minerals Engineering", Elsevier, 2008.
6. C.A. Pickles, "Microwaves in extractive metallurgy: Review of fundamentals and applications", Elsevier, 2009.
7. M. D. Luque de castro and F. Priego capote, "Analytical Applications of Ultrasound", Elsevier, 2007.
8. T. J. Mason, "Practical sonochemistry: uses and application of ultrasound", Horwood Publishing, 2003.
9. ابوالقاسم عطائی، سعید شیبانی، غلامرضا خیاطی، سعید اسدی کوهنجانی، " آلیاژسازی و فعال‌سازی مکانیکی، فناوری تهیه نانومواد". جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران،۱۳۸۵.

عنوان درس به فارسی: **پدیده های انتقال پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Transport Phenomena

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:آگاهی از درس پدیده های انتقال به عنوان یک ابزار کارآمد گسترش سریع فرآیندهای متالورژی را ممکن می سازد. این مبحث شامل اصول مربوط به سیالات، حرارت و جرم است و برقراری روابط آن روی فرآیندهای متالورژی به صورت یک ابزار مفید مورد توجه قرار گرفته است.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مروری بر تعریف ویسکوزیته، ویسکوزیته گازها و مایعات، سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی و جریان های آرام و متلاطم
- موازنه انرژی مکانیکی در جریان سیال (معادله برنولی) و کاربردهای آن در فرایندهای متالورژیکی
- معادلات پیوستگی و مومنتم و حل معادلات برای فرایندهای جریان سیال
- کاربرد معادلات ناویر- استوکس
- مروری بر مکانیزم های انتقال حرارت (هدایت- جابجایی- تشعشع)
- هدایت حرارتی در حالت پایدار و ناپایدار
- جابجایی اجباری و طبیعی
- معادله کلی انرژی و حل معادله برای مسائل مختلف انتقال حرارت
- انتقال حرارت به روش تشعشع
- اصول مدل سازی ریاضی و تجزیه و تحلیل مدل
- مقدمه ای بر حل عددی معادلات دیفرانسیل انتقال

- مدل سازی فیزیکی
- مثال هایی از مدل های ریاضی و فیزیکی در فرآیندهای متالورژیکی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۴۰	آزمون های نوشتاری : ۴۰ ٪	٪۱۰
		عملکردی: -	

منابع

1. D.R. Poirier, G.H. Geiger, "Transport phenomena in materials processing", TMS Publications, (1994).
2. R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot, " Transport phenomena", 2nd ed., John Wiley & Sons, (2007).
3. David R. Gaskell, "An introduction to transport phenomena in materials engineering", 2nd ed., Momentum Press, (2012).
4. F.P. Incropera et al., "Fundamentals of heat and mass transfer", 6th ed., John Wiley & Sons, (2006).

عنوان درس به فارسی: **مباحثی در ریاضیات مهندسی**

عنوان درس به انگلیسی: Topics in Engineering Mathematics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: هدف از این درس ارائه مطالب تکمیلی در ریاضیات جهت استفاده دانشجویان در آموزش و تدوین پروژه های مربوط به آن است. با ارائه این برنامه دانشجو می تواند علاوه بر آگاهی واقعی تر از ریاضیات، از روابط آن برای گسترش و بهینه سازی فرآیندهای صنعتی استفاده نماید.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنایی با مفهوم فضای برداری، مفهوم پایه و بعد در فضای برداری
- مولفه های یک بردار – تعداد انیشتن، ضرب اسکالر و پایه ی یکامتعامد، پایه دوگان
- تانسور مرتبه ی دوم به عنوان یک تبدیل خطی، مقدارها و بردارهای ویژه یک تبدیل خطی
- آشنایی با تانسورهای از مرتبه ی بالاتر، توابع برداری و تانسوری و حسابان دیفرانسیل ها
- مفهوم مختصات در فضای اقلیدسی و بردارهای مماس، گرادیان و مشتق های همواردا و پادوردا
- ضرایب کریستوفل، یادآوری سریها و تبدیل ها و انتگرال های فوریه
- معادله ی گرمای همگن ، معادله ی گرمای ناهمگن
- مفهوم پیوستگی و مشتق پذیری توابع مختلط
- معادله ی لاپلاس دو متغیره و ارتباط آن با معادلات کوشی-ریمان در آنالیز مختلط
- روش های انتگرال گیری توابع مختلط، احتمال مقدماتی، متغیرهای تصادفی ، فرآیندهای تصادفی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری: ٪۱۰۰	-
		عملکردی -	

منابع

1. S. Ghahramani, Fundamentals of Probability: With Stochastic Processes, CRC Press, 2015.
2. M. Itskov, Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers, Springer, 2015.
3. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 2011.

عنوان درس به فارسی: **بازیافت مواد**

عنوان درس به انگلیسی:Recycling of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:

تدریس فرآیندهای هیدرومتالورژیکی و پیرومتالورژیکی برای بازیافت فلزات از قراضه ها و بازیافت باطله ها و محصولات جانبی

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه- تاریخچه و اهمیت بازیافت، توسعه پایدار و بازیافت، انگیزه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی بازیافت
- عوامل موثر بر بازیافت، انواع منابع ثانویه در صنایع متالورژی
- بازیافت آهن و فولاد
- بازیافت مس، آلومینیم، سرب و روی
- بازیافت فلزات گران‌بها: طلا و نقره و فلزات گروه پلاتین
- بازیافت سرباره‌ها: انواع سرباره‌ها، بازیابی فلزات از سرباره‌ها، فرآوری و کاربرد مجدد سرباره‌ها در فرآیندهای مختلف متالورژی و سایر صنایع
- بازیافت گرد و غبار، بازیافت نرمه خاکستر، بازیافت تفاله ، بازیافت لجن و پساب
- بازیافت سایر باطله ها: کیک های فیلتراسیون، باطله فلوتاسیون و ...

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۴۰	آزمون های نوشتاری : ٪۶۰	
		عملکردی	

منابع

۱. بازیافت در متالورژی، جلد اول: بازیافت فلزات از قراضه، فرشته رشچی، سعید شیبانی و بهزاد غفاری زاده، ۱۳۸۸، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران.

۲. بازیافت در متالورژی، جلد دوم: بازیافت باطله ها و محصولات جانبی جامد، فرشته رشچی، سعید شیبانی و بهزاد غفاری زاده، ۱۳۹۲، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران

3. Mettcalf and Edoy, "Waste Water Engineering: Treatment, Disposal, Reuse", MacGraw-Hill, 1979.
4. T.J. Vease, R.J. Wilson, D.M. Squires, "The Physical Separation and Recovery of Metals from Wastes", Gordon and Breach Science Publications, 1993.
5. S.R. Ramachandra Rao, "Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes", Waste Management, 2006.

عنوان درس به فارسی: **طراحی آزمایش ها**

عنوان درس به انگلیسی: Design of experiments

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طراحی صحیح آزمایش ها علاوه بر کاهش هزینه ها، دست یابی به نتایج قابل اطمینان را امکان پذیر می کند. به طور کلی نتایج به دست آمده از آزمایش های طراحی شده، آسان تر و دقیق تر تحلیل می شود و ارزش آن کمتر از نحوه انجام آزمایش ها نیست. انتظار می رود دانشجویان در انتها توانایی طراحی آزمایش هایی را در شرایط واقعی کسب کنند و بتوانند با به کارگیری روش های مختلف نتایج را تحلیل نمایند.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- لزوم طراحی آزمایش ها، تعاریف، شرایط لازم برای آزمایش مطلوب،تعیین تعداد آزمایش
- طرح های بخشی (کسری) و کاربرد آن ها
- مبانی طرح های روش های پاسخ سطحی،تحلیل آزمایش های با روش پاسخ سطحی
- طراحی آزمایش به روش مربعات لاتین
- عناصر تصمیم گیری در طراحی آزمایش، تعیین سطح مخاطره، تعیین شاخص
- آزمایش های مقایسه ای ساده، تصمیم گیری میانگین و واریانس جمعیت ها
- آزمایش های مرحله به مرحله
- طراحی و تحلیل آزمایش های صنعتی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۵۰	آزمون های نوشتاری: ٪۵۰	-
		عملکردی: -	

منابع:

1. Design and Analysis of Experiments, Douglas C. Montgomery, 8th Edition, Wiley, 2012.
2. A First Course in Design and Analysis of Experiments, Gary W. Oehlert, 2010.
3. Statistical Methods for Quality Improvement, Thomas P. Ryan, John Wiley & Sons, New York, 2000.

۴. آشنایی با روش طراحی آزمایشات تاگوچی، رانجیت. ر. روی، دکتر داوود مرادخانی و مهندس فرشید تقوی، انتشارات دانشگاه زنجان.

۵. طراحی آزمایش تاگوچی، محمد مهدیارقر، پژوهشکده صنعت نفت، ۱۳۸۶

عنوان درس به فارسی: زیست فناوری در مهندسی مواد

عنوان درس به انگلیسی:Biotechnology in Material Engineering

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: هدف از این درس آشنایی دانشجویان با کاربرد زیست فناوری در مهندسی مواد است که برای تولید، تغییر کیفیت،اقتصادی کردن، بهینه سازی، حل کردن مواد معدنی و بازیابی فلزات استفاده می شود.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر میکروارگانیسم‌ها و کاربردهای آن
- انواع میکروارگانیسم‌ها در متالورژی، باکتری ها، قارچ ها، مخمرها و جلبک ها
- مقایسه میکروارگانیسم ها (سینتیک، عملکرد، تحمل و ...)
- اسیدهای تولیدی توسط میکروارگانیسم‌ها، اسیدهای معدنی، اسیدهای آلی
- انحلال زیستی (بایولیچینگ) در صنعت، سینتیک و ترمودینامیک ، مدل‌های کنترل کننده
- بایولیچینگ در صنعت، راکتورها، روش‌های مختلف تماس (هیپ، درجا، ستونی و ...)، کنترل فرایند در صنعت، محدودیت ها
- روش های آنالیزی، شمارش میکروارگانیسم ها محدودیت ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۰	آزمون های نوشتاری: ٪۵۰	٪۲۰
		عملکردی	

1. Villadsen, John, Fundamental Bioengineering, John Wiley & Sons, 2016.
2. Tkacz, Jan S., and Lene Lange, Advances in fungal biotechnology for industry, agriculture, and medicine. Springer Science & Business Media, 2004.
3. Gadd, Geoffrey Michael, Ed. Fungi in biogeochemical cycles, Vol. 24, Cambridge University Press, 2006.
4. Kavanagh, Kevin, Ed. Fungi: biology and applications, John Wiley & Sons, 2011.
5. Murr, Lawrence, Ed. Metallurgical applications of bacterial leaching and related microbiological phenomena, Elsevier, 2012.
6. Kawatra, S. Komar, and K. A. Natarajan, Eds. Mineral Biotechnology: Microbial Aspects of Mineral Beneficiation, Metal Extraction, and Environmental Control, SME, 2001.

عنوان درس به فارسی: **اصول شبیه سازی فرایندهای استخراجی**

عنوان درس به انگلیسی: Simulation Principles of Extraction Processes

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: معرفی و آشنایی عملی با اصول مدلسازی فرایندهای متالورژی استخراجی با تکیه بر کاربردهای قانون بقای جرم و انرژی و اصول سینتیکی و ترمودینامیکی.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر فرایندهای متالورژی استخراجی، عملیات واحد و فلوشیت فرایندها. ابزارهای آنالیز فرایندها و قانون های بقا. سیستمهای باز و بسته و تک فرایندی و پیوسته.
- موازنه ماده از طریق نوشتن معادلات جرم و استوکیومتری واکنشها
- موازنه انرژی ، تغیرات انرژی واکنشهای شیمیایی ناشی از تغییرات دما تغییر فاز و انجام واکنش،احتراق و واکنشهای سوخت های گاز ، مایع و جامد
- آشنایی با نرم افزار اکسل و کاربرد آن در حل معادلات جرم و انرژی، آشنایی با نرم افزار اچ اس سی و ابزاهای ترمودینامکی آن.
- شبیه سازی فرایندهای متالورژی استخراجی: ،موازنه جرم وانرژی فرایند احیا در کوره بلند، موازنه جرم و انرژی فرایندهای فولاد سازی، موازنه جرم و انرژی کوره قوس الکتریکی و شبیه سازی فرایندهای متالورژی غیر آهنی شامل مس، نیکل، سرب و آلومینیوم

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۵	٪۲۵	آزمون های نوشتاری: ٪۵۰	-
		عملکردی -	

منابع:

1. Terkel Rosenquist; Principles of Extractive Metallurgy; Tapir Academic Press, ISBN 82-519-1922-3, 2004.
2. Hayes; Process Principles in Minerals and Materials Production; Hayes Publishing, ISBN 0-9589197-3-9.
3. Mathematical and physical modeling of materials processing operations, O.J. Ilegbusi and M. Wahnidler, Chapman & Hall/CRC, 2000.

عنوان درس به فارسی: **بررسی فنی و اقتصادی تولید فلزات**

عنوان درس به انگلیسی: Technical and Economical Analysis in Metals Production

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان به اصول فنی و اقتصادی لازم جهت تولید فلزات به ویژه در طرح تاسیس کارخانه تولید فلزات

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مروری بر اقتصاد مهندسی
- تجزیه و تحلیل قیمت تمام شده مواد اولیه و محصولات فرآیند تولید
- بررسی فنی و اقتصادی روشهای تولید فلزات و مقایسه آنها با یکدیگر
- تهیه ترازنامه مالی، محاسبه سود و زیان محاسن فنی و اقتصادی جایگزینی یک نوع انرژی با نوعی دیگر در فرآیند تولید

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری : ٪۳۵	٪۲۵
		عملکردی: -	

منابع

۱. محمد مهدی اسکونژاد، اقتصاد مهندسی با ارزیابی اقتصادی، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۷۸

2. E. Grant and W. Grant, Principles of Engineering Economy, John Wiley & Sons, 8th Ed., 1990.

عنوان درس به فارسی: طرح و کنترل پیشرفته فرایندهای متالورژی

عنوان درس به انگلیسی: Advanced design and control of Metallurgy Processes

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: ایجاد توانایی طراحی یک فرایند متالورژی در دانشجو، به گونه ای که از جنبه های مختلف شرایط بهینه حاصل شود و در عمل نیز ممکن و قابل اجرا باشد

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- طراحی فرآیندهای مواد برای حالت ثبات
- کاربرد اصول بهینه سازی در فرآیندهای مختلف
- کنترل فرآیندها در حالت ثبات
- طراحی کنترل کننده ها و المانهای کنترل نهایی از نوع مناسب
- مدل سازی دینامیک برای سیستمهای چند متغیره
- کاربرد مدلهای تقریبی برای سیستمهای دینامیک
- جواب گذاری سیستمهای کنترل
- خطی کردن مدلهای غیر خطی
- تحلیل شرایط پایداری و ناپایداری سیستمها
- کنترل سیستمها به کمک رایانه

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۵	آزمون های نوشتاری: ٪۵۰ عملکردی: -	٪۱۵

منابع:

1. D.R. Coughanour, System and Process Analysis and Control, Mac-Graw Hill, 1991.
2. D.E. Seborg, T.F.Edgar and D.A. Mellichamp, Process Dynamics and Control, Wiley Publishers, 2003.

عنوان درس به فارسی: **سمینار**

عنوان درس به انگلیسی: **Seminar**

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: **ندارد**

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنا شدن دانشجو با نحوه گردآوری مطالب تئوری و تحقیقاتی با استفاده از روش های متداول روز دنیا در ارتباط با یک موضوع خاص و ارائه مطالب تهیه شده به همراه تجزیه و تحلیل در یک ارائه شفاهی.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- بررسی مطالعاتی در یکی از موضوعات مبوط به انتخاب و شناسایی و خواص مواد مهندسی شامل تهیه لیست اخرین مقالات علمی در زمینه مورد نظر با استفاده از اخرین روش های جستجوی منابع و مراجع علمی
- جمع اوری مقالات با انجام مطالعات تئوریک و نقد و بررسی کار های انجام شده و جمع بندی ان ها و نتیجه گیری نهایی
- در انجام سمینار هیچگونه ازمایشی صورت نمی گیرد و فقط بررسی و تحلیل مطالبی که توسط دیگر محققان صورت گرفته انجام می شود.
- موضوع سمینار می بایست متفاوت از عنوان پروژه ارشد بوده ولی می تواند بخشی از مطالعات اولیه پروژه را دربرگیرد.
- سمینار بعد از تایپ و تدوین در یک جلسه از پیش تعیین شده با حضور استاد راهنما ، سرپرست گرایش و دانشجویان گرایش مربوطه ارائه می گردد.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	به صورت ارائه شفاهی: -	-
		عملکردی: ٪۱۰۰	

منابع:

1. Analytical Writing, William E. Winner, Morgan and Claypool Publishers, 2013
2. Technical Report Writing Today, Daniel Riordan, 10th Edition, Cengage Learning, 2014
3. How to Write Technical Reports, Hering, Lutz, Hering, Heike, 2010
4. The Craft of Research, Wayne C. Booth and Gregory G. Colomb, 3rd Edition, The university of Chicago press limited, 2008
5. Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills, John M. Swales and E. B. White, 4th Edition, Pearson press, 2000

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد – جوشکاری

فصل اول: مشخصات کلی

عنوان رشته

مهندسی مواد- جوشکاری

Materials Engineering-Welding

تعریف رشته

دوره کارشناسی ارشد "رشته مهندسی مواد- جوشکاری" مجموعه ای است از دروس نظری، آزمایشگاهی پیشرفته و پروژه های تحقیقاتی که به منظور تربیت نیروهای متخصص در زمینه اتصالات مواد مختلف شامل: فلزات آهنی و غیر آهنی آلیاژهای آن ها و غیر فلزات (سرامیک، شیشه، پلاستیک) برای صنایع و مراکز تحقیقاتی و آموزشی برنامه ریزی شده است. محور اصلی، سیاست گذاری و برنامه ریزی انجام شده تربیت نیروی متخصص است که بتواند با افزایش توانائی های دانش فنی، قدرت درک و تجزیه و تحلیل بیشتر بر مبنای استانداردهای بین المللی انجام هر چه مطلوب تر وظایف محوله را ایفا نماید و بتواند جوابگوی نیاز مراکز آموزشی و صنعتی کشور در زمینه جوشکاری و موضوعات جانبی آن باشد.

ضرورت و اهمیت رشته

طراحی، ساخت و کنترل کیفی ارکان اساسی بوجود آورنده مراکز صنعتی چون پالایشگاه ها، صنایع شیمیایی، پتروشیمی، نیروگاه ها، تأسیسات حرارتی، اسکلت های فلزی، صنایع کشتی سازی، هواپیماسازی، ماشین سازی و صنایع دفاعی و غیره می باشند. ساخت قطعات و سازه های فلزی در هریک از این صنایع و حتی محصولات حاصله آنها به نوبه خود از مجموعه اتصالات ناگسستنی قطعات فلزی و غیر فلزی و همچنین قطعات هم جنس و غیر هم جنس بوجود آمده‌اند. پس در این مورد اهمیت اتصالات از نظر ایمنی، کیفی و اقتصادی کاملاً روشن می باشد و بدیهی است که در این زمینه فراگیری و بکاربردن صحیح علوم و فنون تخصص های فنی که بتواند به نحو شایسته ای هر کدام این مجموعه ها را تکمیل و آماده کارائی و بهره‌وری نماید حائز اهمیت می باشد. از طرفی با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی و تولید روز افزون و متنوع مواد مصرفی و نیازمندی های صنایع به آن، دیگر دانش آموختگان کارشناسی گرایش های مختلف دوره های علوم و فنون مهندسی کشور نمی‌توانند اطلاعات فنی خود را محدود به گرایش تحصیلی خود نموده و از مواد و تکنولوژی های جدید و نحوه کاربرد آنها برمبنای اصول بین‌المللی و استاندارد های جهانی تولید آگاهی نداشته باشند. بلکه آنان نیازمند افزایش دانش علمی فنی تخصصی خود بصورت جامع تر یعنی ورای دانشی که در دوره کارشناسی آموخته‌اند، می باشند. امید است این دوره کارشناسی ارشد بتواند نیازمندی ها را جبران و کمبود موجود نیروی انسانی متخصص فنی کشور را در زمینه جوشکاری و کنترل کیفی تأمین نماید تا پس از این دیگر به متخصصین خارجی که امروزه به نام های مختلف

بطور مستقیم و غیر مستقیم به عنوان ناظر و مشاور از طرف کمپانی های متعدد در صنایع کشور مشغول بکارند نیازی نباشد. لذا بدین ترتیب ارائه و اجرای این دوره آموزشی می تواند قدم اولیه و مفیدی به منظور تربیت نیروی انسانی متخصص که عامل اصلی در رسیدن به خودکفایی آموزشی، پژوهشی و صنعتی کشور بوده و از اهداف جمهوری اسلامی ایران نیز می باشد تلقی کرد.

نقش و توانایی فارغ التحصیلان

- طراحی و ارائه روش های اتصالات مواد در ساخت و تولید بر مبنای استاندارد های بین المللی.
- انجام آزمایش های کنترل کیفی بر مبنای استاندارد های بین المللی و تعیین کیفیت قطعه کار.
- بررسی علل تخریب در اتصالات و ارائه روش های مناسب برای جلوگیری از آنها.
- بهینه سازی شرایط جوشکاری در واحد های مختلف صنعتی و نوآوری در این زمینه.
- انجام فعالیت آموزشی و تحقیقاتی در مراکز آموزش عالی و مؤسسات تحقیقات و صنایع کشور در رابطه با علوم و فنون اتصالات و کنترل کیفی و موضوعات جانبی آن.
- تحقیق و نوآوری در مواد مصرفی جوشکاری (اتصالات) و آزمایشگاه های کنترل کیفی.
- استفاده از فرآیند های پیشرفته اتصالات به کمک کامپیوتر و ربات در صنایع کشور.

طول دوره و شکل نظام

برنامه درسی در این گرایش شامل ۳۲ واحد درسی نظری و عملی بوده، طول دوره ۲ سال است و در ۴ نیمسال برنامه ریزی و اجرا می شود. هر نیمسال شامل ۱۶ هفته آموزشی کامل در نظر گرفته شده است. دروس نظری به ازای هر واحد ۱۶ ساعت (یک ساعت در هفته) و دروس عملی به ازای هر واحد ۳۲ ساعت (دو ساعت در هفته) تدریس می شوند.

۱- دروس جبرانی: شامل ۴ درس به ارزش ۱۱واحد که دانشجویان در صورت نیاز می تواند آنها را اخذ نمایند.

۲- دروس تخصصی: شامل ۷ درس به ارزش ۱۲ واحد است که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۲ واحد درسی هستند.

۳- دروس اختیاری: شامل ۱۶ درس به ارزش ۳۲ واحد است که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۴ واحد درسی از بین آن ها هستند.

۴- پایان نامه: شامل یک درس پایان نامه به ارزش ۶ واحد است که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن این ۶ واحد درسی هستند.

شرایط و ضوابط ورود به دوره

دارا بودن شرایط عمومی و اختصاصی مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.

فصل دوم: جداول دروس

۱- جدول دروس جبرانی

رشته مهندسی مواد- جوشکاری در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	متالورژی فیزیکی ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۲	خواص مکانیکی مواد ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۳	ترمودینامیک مواد ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۴	اصول و فرآیندهای اتصال فلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		۱۱	-	۱۱	۱۷۶	-	۱۷۶	-

- دانشجویانی که از رشته های غیر از مهندسی مواد هستند موظف به اخذ ۸ واحد دروس جبرانی هستند.

۲- جدول دروس تخصصی

رشته مهندسی مواد – جوشکاری در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	اصول فیزیکی روشهای پیشرفته جوشکاری	۲	-	۲	۳۲		۳۲	-
۲	مشخصه یابی پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد
۳	متالورژی پیشرفته جوشکاری	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	بازرسی و کنترل کیفی جوش	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	فرایندهای انجماد پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	خطا در اندازه گیری	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶	-
۷	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	مشخصه یابی پیشرفته مواد
جمع کل		۱۱	۱	۱۲	۱۷۶	۳۲	۲۰۸	

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۲ واحد دروس تخصصی هستند.

۳- جدول دروس اختیاری

رشته مهندسی مواد – جوشکاری در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	شکست و خستگی درفلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	لحیم کاری سخت و نرم	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	تجزیهٔ تنشها در سازه های جوشکاری شده	۲	-	۰۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	مهندسی سطح پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	استاندارد های جوشکاری	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	جنبه های مکانیکی خوردگی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۷	روش اجزاء محدود	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۸	انتخاب مواد مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۹	تریبولوژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۰	نفوذ در جامدات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۱	طراحی جوش با رایانه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۲	اصول آنالیز حرارتی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۳	تغییر حالتهای متالورژیکی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۴	زیست فناوری در مهندسی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۵	سمینار	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۶	مباحث ویژه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
	جمع کل	۳۲	-	۳۲	۵۱۲	-	۵۱۲	-

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۴ واحد اختیاری می باشند.
- دانشجویان با تشخیص استاد راهنما می توانند از سایر گرایش ها نیز دروس اختیاری اخذ کنند.

فصل سوم: سرفصل های دروس

عنوان درس به فارسی:**اصول فیزیکی روش های پیشرفته جوشکاری**

عنوان درس به انگلیسی: Physical Principles of Advanced Welding Process

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:

مطالعه کاربردی اصول فیزیکی در مهندسی قوس و غیر قوس جوشکاری و تجهیزات

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر انواع اتصالات موقت، نیمه موقت و دائم
- دسته بندی روش های جوشکاری ذوبی و غیر ذوبی
- فیزیک و ترمودینامیک قوس جوشکاری
- انتقال قطرات فلزات در روش جوشکاری قوسی
- بررسی دقیق بر جزئیات فرآیندهای جوشکاری الکترود دستی، TIG، MIG، MAG، پلاسما، سیم توپودری، زیر پودری، انواع روش های مقاومتی، حرارتی-شیمیایی (جوشکاری شعله ای، ترمیت)، اصطکاکی، اسکاکی اغتشاشی، لیزر، پرتو الکترونی، امواج مافوق صوت، نفوذی، فشاری، سرباره الکتریکی، زانده ای، انفجاری، جوشکاری زیر آب و کاربردهای آن.
- انواع منابع قدرت در فرآیندهای جوشکاری
- مشخصات الکتریکی انواع منابع قدرت و طراحی آن ها.
- جوشکاری حالت جامد و فیزیک، تجهیزات، کاربرد و متغیرهای آن ها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۵	٪ ۲۵	آزمون های نوشتاری ٪۵۵	٪ ۱۵
		عملکردی	

منابع:

۱. روش‌های پیشرفته جوشکاری، ابراهیم حشمت دهکردی، رسول سپهرزاد، سیدمحسن محمدی، ۹۴۶ صفحه، انتشارات: انجمن خوردگی ایران با همکاری انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران، ۳ مهر ۱۳۹۵.

۲. *تکنولوژی جوشکاری*، دکتر کوکبی، حسین وحیدی نویسنده / مترجم : دکتر حسین وحیدی شابک : ۲-۸۲-۶۱۹۱-۹۶۴-۹۷۸ چاپ نهم شابک:۳-۴۷-۶۴۹۴-۹۶۴-۹۷۸ شماره کتابخانه ملی ایران: ۸۲-۴۱۰

3. Principles of welding technology, L.M. Gourd, 240 pages; *Publisher*: Edward Arnold, ISBN 10: 0713136022 ISBN 13: 9780713136029.1986.
4. Welding Principles and Applications, L. Jeffus, 7th Edition, ISBN-13: 978-1111039172, ISBN-10: 1111039178, 972 Pages, 2016.
5. Welding Process Technology, P. T. Houldcroft, 270 pages; *Publisher*: Cambridge University Press, December 30, 1977.
6. Fabrication and Welding Engineering, Roger Timings, 1st Edition, 596 pages, Publisher: Routledge; ISBN: 978-0-7506-6691-6, July 11, 2008.
7. Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy, Robert W. Messler, Jr., 688 pages, Publisher Wiley India Pvt. Ltd, New Delhi, ISBN-10:812655262X, ISBN-13: 9788126552627, 29 Sep 2014.
8. The Science and Practice of Welding, Volume 1 (Science & Practice of Welding)10thEdition, A. C. Davies, Amazon, ISBN-13: 978-0521435659, ISBN-10: 052143565X ,1992.
9. Joining of Materials and Structures, Robert W. Messler, Jr. 816 Pages, Publisher: Butterworth-Heinemann, ISBN: 9780750677578, E-Book ISBN: 9780080478845, 05 Aug 2004.
10. Applied Welding Engineering: Processes, Codes and Standards, By Ramesh Singh, 1st Edition, Publisher: Elsevier, ISBN: 978-0-12-391916-8, 2012.

11. Advanced Welding Processes, Technologies and Process Control, J. Norish, 3rd Edition, Publisher: Woodhead Publishing and Maney Publishing on behalf of The Institute of Materials, Minerals & Mining, Cambridge, England, ISBN-13: 978-1-84569-130-1, 2006.

عنوان درس به فارسی: **مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Characterization of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: مشخصه یابی و شناسائی ساختار مواد و جلوه های مختلف آن شامل تعیین اندازه و مورفولوژی فازها، بررسی نقایص بلوری و فازها، تعیین چیدمان های اتمی بلوری و غیر بلوری فازها و تجزیه شیمیائی آنها با بهره گیری از میکروسکوپی الکترونی و دستگاههای مرتبط با آن و پراش پرتو ایکس.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- محدودیت میکروسکوپی نوری، پراش و حد تفکیک، پرتو الکترونی و انواع تفنگ های الکترونی، سامانه های تامین خلا، عدسی های مغناطیسی و الکترو استاتیکی، خطاهای عدسی ها، روزنه ها، اندرکنش پرتو الکترونی با مواد و سیگنال ها، ردیابی سیگنال ها.

- پرتو ایکس (مشخصه ها، تولید، انواع، جذب و فیلتر نمودن، اندرکنش با مواد)، پدیده پراش پرتو ایکس توسط چیدمان اتمی بلوری ماده، طیف سنجی پرتو ایکس، ضرایب و عوامل موثر بر شدت پراش ، روش های پراش پرتو ایکس، هندسه های پراش سنجی پرتو ایکس، بانک اطلاعات پراش مواد، تعیین ساختمان بلوری مواد از الگوی پراش، اندازه گیری های کیفی و کمی الگوهای پراش پرتو ایکس، پراش در حالت مطلوب و غیر مطلوب، تحلیل شرر، ویلیامسون-هال، رایتولد، اندازه گیری تنش های باقیمانده و بررسی بافت بلوری.

- میکروسکوپی الکترونی رویشی، بزرگنمایی، حد تفکیک و عمق میدان، سیگنال ها و کنتراست های تصویر آنها، میکروسکوپی تحت خلا محدود و میکروسکوپی محیطی، آماده سازی نمونه.

- میکروسکوپی الکترونی عبوری، تصاویر در میدان روشن و تاریک و پراش الکترونی، کنتراست های دامنه و فاز، الگوهای پراش الکترونی نقطه ای، حلقه ای، کیکوچی و پرتو های همگرا و شاخص گذاری آنها، اثر شکل رسوب بر الگوی پراش الکترونی، آماده سازی نمونه قوبل نازک، نظریه های سینماتیکی و دینامیکی پراش و تبیین جلوه های تصویری بر مبنای آنها، کنتراست های نقایص بلوری، بررسی ارتباط بلوری فازها، کنتراست با حد تفکیک بالا یا کنتراست شبکه ای، تعیین ترکیب شیمیایی با طیف سنجی الکترون های انرژی از دست داده .
- تجزیه شیمیائی مواد با استفاده از پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی با استفاده از تفکیک انرژی پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی به کمک تفکیک طول موج پرتو ایکس، تجزیه شیمیایی کیفی و کمی و موارد مصنوعی طیف ها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۳۵	ندارد	آزمون نوشتاری: ٪۳۵	٪۳۰
		عملکردی	

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0).
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Edition, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **متالورژی پیشرفته جوشکاری**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Welding Metallurgy

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: این درس به کاربرد اصول متالورژی فیزیکی به شرایط غیر تعادلی حرارتی- مکانیکی ناشی از جوش در آلیاژهای صنعتی و با تکیه بر فولاد های کربنی می پردازد. ضمناً این درس به اصول متالورژی جوشکاری و جوش پذیری فولادها (کم کربن، کم آلیاژ با استحکام بالا)، فولاد های زنگ نزن، آلیاژهای پایه آلومینیم، آلیاژهای پایه نیکل، تیتانیوم، مس، دیگر آلیاژهای غیر آهنی و متالورژی جوشکاری آلیاژهای غیر هم جنس می پردازد.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- جریان سیال در قوس و جوش.
- مفاهیم پایه ای انجماد تعادلی و غیر تعادلی فاز جوش و عوامل تأثیرگذارنده بر روی آن.
- قابلیت جوش پذیری آلیاژهای آهنی.
- علل متالورژیکی ایجاد عیوب (تخلخل، ترکیدگی هیدروژن سرد، ترکیدگی گرم، تورق، ضعف مقاومت خوردگی).
- اهمیت حفظ خواص در منطقه جوشکاری شده.
- نقش عملیات حرارتی قبل و بعد از جوشکاری.
- متالورژی جوشکاری فولاد های کم آلیاژ، انواع فولاد های زنگ نزن (فریتی، آستینیتی، مارتنزیتی، دوپلکس، رسوب سخت).
- متالورژی جوشکاری آلیاژهای آلومینیم (عملیات حرارتی پذیر و عملیات حرارتی ناپذیر، کار شده و ریختگی).
- متالورژی جوشکاری آلیاژهای نیکل

- متالورژی جوشکاری آلیاژهای مس
- متالورژی جوشکاری فولاد های با استحکام بالا
- متالورژی جوشکاری آلیاژ های تیتانیوم و زیرکونیم
- متالورژی جوشکاری آهنی غیر همجنس
- متالورژی جوشکاری آلیاژهای آهنی به غیر آهنی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۵	٪ ۲۵	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۵	٪ ۱۵
		عملکردی	

منابع:

۱. متالورژی جوشکاری، کوکبی، رضایی، چاپ نهم شابک:۳-۴۷-۶۴۹۴-۹۶۴-۹۷۸ شماره کتابخانه ملی ایران:۸۲-۴۱۰

2. Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steels, J. C. Lippold, D.J. Kotecki, 376 pages, Publisher: John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-0-471-47379-4, April 2005,
3. Welding Metallurgy and Weldability of Nickle-base Alloys, J. N. Dupont, J. C. Lippold, S.D. Kiser, 456 pages, Publisher: John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-0-470-08714-5, October 2009
4. Welding Metallurgy and Weldability, John C. Lippold, 424 pages, Publisher: John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-1-118-23070-1, November 2014.
5. Welding Metallurgy, Sindo Kou, 2nd Edition, 480 pages, John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 978-0-471-43491-7, November 2002.
6. Welding Metallurgy: Fundamentals, G. E. Linnert, 4th Edition, 960 pages; Publisher: American Welding Society; ISBN-10: 0871714574; ISBN-13: 978-0871714572, June 1995.

عنوان درس به فارسی: **بازرسی و کنترل کیفی جوش**

عنوان درس به انگلیسی: Inspection and Quality Control of Welds

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: تشریح کیفیت و لزوم کنترل آن در سازه های جوشکاری شده، روشهای کنترل کیفیت و بازرسی خطوط جوش، روش های غیر مخرب و مخرب بازرسی، استانداردهای موجود در زمینه بازرسی خطوط جوش

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- معرفی روشهای جوشکاری و عیوب رایج در آن
- کیفیت جوش
- عوامل مؤثر در تأمین و تضمین کیفیت جوش
- مدارک و مستندات کیفیت شامل کدها- استانداردها- مشخصات (Specifications) و روندها (Procedures)
- تشریح آزمون های غیر مخرب بازرسی جوش ها شامل آزمونهای بازرسی چشمی، مایعات نافذ، رادیوگرافی، آلتراسونیک، ذرات مغناطیسی، جریان های گردابی، نشت سنجی، نشرآوائی با تاکید بر کاربرد در سازه های جوشکاری شده
- تشریح آزمون های مخرب بازرسی جوش ها شامل آزمون های مکانیکی (کشش، برش، خمش، خستگی، ضربه، سختی سنجی، چقرمگی شکست و ...)، متالوگرافی (ماکرو، میکرو)، شیمیائی (آنالیز شیمیائی، خوردگی یکنواخت، خوردگی موضعی، خوردگی تنشی و.....)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	٪ ۲۰
		عملکردی	

منابع

1. B. Raj, Nondestructive Testing of Welds, Alpha Science, 2002.
2. P.E. Mix, Introduction to Nondestructive Testing, Second edition, John-Wiley Publication, 2005.

عنوان درس به فارسی: **فرآیند های انجماد پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Solidification Processing

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:آموزش مطالب تکمیلی به دانشجویان در خصوص اصول و مبانی علمی انجماد فلزات و چگونگی تاثیر این موارد بر ریز ساختار و خواص قطعات ریخته شده

سرفصل درس: ۳۲ساعت نظری

- مقدمه ای بر پدیده انجماد و اهمیت آن؛ کاربرد انجماد در فرآیند های مختلف مهندسی مواد؛ اصول فیزیکی حاکم بر پدیده انجماد (۱ ساعت)
- ساختار مایعات در مقایسه با ساختار گاز ها و جامدات کریستالی (۱ ساعت)
- ترمودینامیک انجماد؛ شامل یاد آوری و تکمیل مطالب در خصوص انرژی آزاد گیبس؛ تعادل ترمودینامیکی پایدار و شبه پایدار، نیروی محرکه انجماد تحت تبرید سینتیکی؛ اثر عوامل مختلف از قبیل شعاع جبهه انجماد؛ فشار؛ ترکیب درصد عناصر آلیاژی بر میزان تحت تبرید ترمودینامیکی(۲ ساعت)
- جوانه زنی همگن و غیر همگن، و در مورد هرکدام از آن ها: محاسبه شعاع بحرانی تخمک برای جوانه زنی، سد انرژی جوانه زنی، سرعت جوانه زنی؛ جوانه زنی دینامیکی، انواع جوانه زا ها و خصوصیات آن ها (۳ ساعت)
- رشد؛ انواع فصل مشترک جامد/مایع؛ مکانیزم های رشد شامل رشد پیوسته؛ رشد دیسکی؛ رشد روی نابجایی های پیچی و رشد روی دو قلویی ها و معرفی روابط مربوط به چگونگی محسبه سرعت رشد در هر مورد .(۳ ساعت)
- انجماد یا جبهه مسطح در آلیاژ های تکفازی و معرفی و محاسبه روابط حاکم بر آنها شامل انجماد تعادلی و انواع انجماد غیر تعادلی با در نظر گرفتن میزان اختلاط در مذاب در حال انجماد و چگونگی توزیع عنصر آلیاژی در مذاب ودر جامد و

روابط گالیور-شیل و توضیح تکنیک های مختلف جهت این نوع انجماد و رشد تک بلور ها و کاربرد های عملی این نوع انجماد از جمله روش ذوب منطقه ای.(۷ ساعت)

- تحت تبرید غلظتی، شرایط پایداری جبهه انجماد مسطح برای ساخت تک بلور ها، چگونگی تشکیل ساختار سلولی؛ بررسی پروفیل غلظت در مقطع سلول ها، انجماد دندریتی؛ شرایط تحول سلولی به دندریتی؛ ارتباط بین سرعت سرمایش و فاصله بازو های دندریتی، درشت شدن ساختار در حین انجماد(Coarsening) .(۶ ساعت)
- انجماد با جبهه مسطح در آلیاژ های یوتکتیکی، کامپوزیت های درجا شامل ساختار های لایه ای و میله ای و شرایط تشکیل هرکدام از آن ها؛ شبه یوتکتیک های لایه ای و میله ای.(۳ ساعت)
- جدایش ریز و جدایش درشت، انواع، علت ایجاد و راههای جلوگیری یا کاهش اثرات مخرب هر کدام از آن ها.(۳ ساعت)
- ساختار قطعات ریختگی؛ دانه های ستونی و محوری و مکانیزم ها تئوری ها و عوامل موثر در پیدایش آن ها.(۳ ساعت)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	٪۵۰	٪۵۰	ندارد

منابع:

1. Solidification Processing,Merton C. Flemings, McGraw-Hill, 1974.
2. Solidification and casting, G.J. Davis, Wiley, 1973.
3. Fundamentals of Solidification, W. Kurz, D.J. Fisher, Trans Tech Publications, 1986.
4. Science and Engineering of Casting Solidification, D.M. Stefanescu, Springer US, 2009.

عنوان درس به فارسی: خطا در اندازه گیری

عنوان درس به انگلیسی: Error in Measurement

تعداد واحد:۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجو با انواع خطا های کمی و کیفی که در اندازه گیری ها رخ می دهد و نحوه برخورد با آن ها برای ارائه درست داده ها و تجزیه و تحلیل صحیح نتایج.

تعداد ساعت درس: ۱۶ ساعت

سرفصل درس:

- تعریف انواع خطا(سیستماتیک و اتفاقی)
- ماهیت اندازه گیری(گرد کردن اعداد- نامعلومی عددی – اعداد اهمیت دار –قوانینضرب،تقسیم،جمعومنهاکردناعداد– دقتنسبی–درصداختلافبیناعداد–نحوهنوشتناعدادبزرگوکوچک)
- نحوه ارائه داده ها(آشنایی با انواع داده ها و کلیه روش های ارائه داده ها به صورت نموداری و جدول از قبیل انواع نمودار های خطی و ستونی و کاربرد ان ها برای داده های کیفی و کمی گوناگون)
- روش های ارائه داده(دیاگرام پارتو –دیاگرامنقطهای–دیاگرامجعبهای–دیاگرامساقهوبرگ)
- توزیع های فراوانی (دسته بندی داده ها)
- احتمالات (قوانین کلی)
- توزیع احتمال
- توزیع بایتومیال
- توزیع نرمال

- توزیع تی
- نمودارهای کنترل کیفیت
- وابستگی و درجه وابستگی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۲۰ تا ۲۵ ٪	ندارد	آزمون های نوشتاری ۷۵ تا ۸۰ ٪	ندارد
		عملکردی ندارد	

منابع:

1. Measurement Errors and Uncertainties, Theory and Practice, Rabinovich, Semyon G., Springer, 2005.
2. R. A. Johnson, "Probability and Statistics for Engineers",Prentice-Hall International, Inc, Fifth Edition, 1994.
3. D. C. Baird, "An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design, Prentice Hall, Second Edition, 1988.
4. Tom Cass, "Statistical Methods in Management I", Cassell, London, Fifth Edition, 1980.

عنوان درس به فارسی: **آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Characterization of Materials Laboratory

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: ندارد همنیاز: روش های پیشرفته مطالعه ساختار مواد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: انجام و تحلیل آزمایش های عملی در خصوص شناسایی ساختار مواد (فازها، ساختمانهای بلوری و نقایص بلوری) به کمک پراش پرتو ایکس، میکروسکوپی الکترونی روبشی و عبوری و دستگاههای تجزیه شیمیایی مرتبط با آنها.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- آزمایش طیف سنجی پرتو ایکس
- آزمایش تعیین خطای پهن شدن قله پراش سنج پرتو ایکس و اندازه گیری بلورچه های ساختارهای نانو به روش شرر
- آزمایش اندازه گیری ساختارهای نانو به روش ویلیامسون-هال
- آزمایش تعیین ساختمان بلوری یک نمونه در حالات پودر، قوبل و فله با استفاده از پراش پرتو ایکس و بانک اطلاعات پراش مواد
- آزمایش اندازه گیری دقیق ثوابت شبکه بلوری
- آزمایش شناسایی ماده چند فازه به کمک میکروسکوپی الکترونی روبشی و کنتراست های تصویر مختلف و تجزیه شیمیایی فازها و ماده
- آزمایش شکست نگاری (بررسی سطوح شکست ترد و نرم) توسط میکروسکوپی الکترونی روبشی

- آزمایش تعیین الگوی پراش الکترونی و شاخص گذاری آن
- آزمایش شناسایی ساختمانهای بلوری یک ماده دو فازه روی فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری و بررسی مواضع هر فاز
- آزمایش بررسی نقایص بلوری نمونه فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری
- پژوهش جامع شناسایی ساختاریک نمونه مجهول به کمک روش های مختلف (پروژه)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
سؤالات حین ارایه ٪۱۰ و گزارش های آزمایشها ٪۶۰	ندارد	ندارد	٪۳۰
		عملکردی	

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **شکست و خستگی در فلزات**

عنوان درس به انگلیسی:Failure and Fatigue in Metals

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:آشنایی باثر بارگذاری متناوب بر خواص داخلی و ساختاری مصالح مهندسی، جوانه زنی ترک خستگی، اثر محیطهای مختلف بر جوانه زنی و رشد ترک، اثر عملیات سختکاری سطحی بر خستگی، جنبه های مهندسی خستگی، پیش بینی عمر خستگی، طراحی در مقابل خستگی، دستگاههای اندازی گیری خستگی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه و تعاریف
- مکانیک شکست خطی
- رفتار نیمه ترد
- اثر متغیرهای محیطی و آزمایشی بر رفتار و نوع شکست
- آزمایش معیار مقاومت شکست
- اصول اندازه گیری به وسیله رشد دهانه ترک
- جنبه های میکروسکوبی شکست
- تئوری های شکست
- مطالعه موردی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۵۰	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	-
		عملکردی-	

منابع:

1. Mechanical metallurgy: principles and applications, Marc A. Meyers, Krishan Kumar Chawla, Prentice-Hall, Inc,1983.
2. Mechanical Metallurgy, George Dieter ,3rd Edition, McGraw-Hill, 1986.
3. Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, Richard W. Hertzberg, Richard P. Vinci, Jason L. Hertzberg, 5th Edition, Wiley, 2012.

عنوان درس به فارسی: لحیم کاری سخت و نرم

عنوان درس به انگلیسی:Brazing and Soldering

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:ارائه روش های لحیم کاری سخت ونرم با تأکید بر اصول فیزیکی و متالورژیکی، مواد پرکننده و روانسازها و محیط و اتمسفر مناسب، طراحی اتصال و کاربرد های آنهاو روش های ارزیابی اتصالات لحیم.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه، تعریف، مشخصات کلی و کاربردی لحیم کاری سخت و نرم
- مطالعه خواص ترکنندگیو خاصیت موئینگی فلز پرکننده لحیم کاری نرم و سخت و ترمودینامیک آنها
- روش های مختلف لحیم کاری سخت
- روش های مختلف لحیم کاری نرم
- بررسی خواص و چگونگی انتخاب انواع فلز های پرکننده مورد استفاده در فرآیند لحیم کاری سخت
- بررسی خواص و چگونگی انتخاب انواع فلز های پرکننده مورد استفاده در فرآیند لحیم کاری نرم
- بررسی خواص روانسازهای مورد استفاده در لحیم کاری سخت و نرم و حوزه کاربری آنها.
- بررسی ترمودینامیک محیط و اتمسفر مناسب جهت انجام لحیم کاری سخت و نرم.
- مواد پایه و قابلیت لحیم شوندگی آنها- اتصال فلزات به یکدیگر، اتصالات غیرفلزات به یکدیگر (سرامیک، کامپوزیت، شیشه)، اتصالغیرهمجنس فلز به سرامیک (و یا به پلیمر و یا به شیشه)
- طراحی اتصال در لحیم کاری نرم و سخت و چگونگی محاسبه و بررسی خواص استحکامی و متالورژیکی آنها.

- طراحی فاصله اتصال، روش های جاگذاری فلز پرکننده در منطقه اتصال لحیم سخت و نرم.
- انتخاب دمای پیش گرم در لحیم کاری سخت و نرم در صورت نیاز.
- عملیات تمیز کاری قبل و بعد از لحیم کاری سخت و نرم.
- روش های ارزیابی اتصال لحیم سخت و نرم (آزمون های ارزیابی تر شوندگی- آزمون های ارزیابی غیر مخرب و مخرب).
- ساختار و مشخصات عیوب در اتصالات لحیم سخت و نرم.
- استانداردها در لحیم کاری سخت و نرم- چگونگی تکمیل فرم های روش انجام آزمایش لحیم کاری سخت و مشخصات آنها (BPS) و روش انجام آزمایش لحیم کاری نرم و مشخصات آنها (SPS) وروش انجام آزمایش های کنترل کیفی و ثبت آنها (PQR).

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۵	٪ ۲۵	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۵ عملکردی	٪ ۱۵

منابع

۱. لحیم کاری سخت و نرم، حمیدرضا مداح حسینی، مهدی مازیار انابکی، علی طهایی، ۲۲۰ صفحه، مؤسسه انتشارات جهان جام جم، شابک: ۰-۷۳-۵۴۷۸-۰۰-۹۷۸، ۱۳۸۳/۱۰/۱۹.

۲. مرجع کامل لحیم کاری نرم و سخت، ابوالفضل امیرکاوئی، محمد، ۲۹۶ صفحه، ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی (نجف آباد)، محل نشر: نجف آباد ۹۱/۱۱/۳۰.

3. Principles of Brazing, David M Jacobson, Giles, Humpston, 268 pages, Publisher: ASM International, ISBN-10: 0871708124 ISBN-13: 978-0871708120, May 1, 2005.
4. Brazing, Mel M. Schwartz, 2nd Edition, 400 pages, Publisher: ASM International; 2nd edition ISBN-10: 0871707845, ISBN-13: 978-0871707840, October 1, 2003.
5. Advances in Brazing: Science, Technology and Applications, 1st Edition, Dušan P Sekulić, Publisher:Woodhead Publishing Series in Welding and Other Joining Technologies, 620 pages, ISBN-10: 0857094238, ISBN-13: 978-0857094230, March 18, 2013.

6. Industrial Brazing Practice, Philip Roberts, 2nd Edition, 392 pages, Publisher: CRC Press, ISBN: 0203488571, 9780203488577CRC, 2013.
7. Brazing and Soldering, James F. Hobart, 36 Pages, Publisher: Literary Licensing, LLC, ISBN-13: 9781498140195, ISBN-10: 149814019X, August 7, 2014.
8. Soft Soldering, Hard, Soldering and Brazing: A Practical Treatise on Tools, Material and Operations; for the Use of Metal Workers, Plumbers, Tinners, Mechanics, and Manufacturers, James F. Hobart, 210 Pages, Publisher: Forgotten Books, ISBN-13: 9781332315864, ISBN-10: 1332315860, August 5, 2015.
9. Principles of Soldering, Giles Humpston and David M. Jacobson, Publisher: ASM International, ISBN 0-87170-792-6, 2004.

عنوان درس به فارسی: **تجزیه تنش ها در سازه های جوشکاری شده**

عنوان درس به انگلیسی: Analysis of Welded Structure

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:ارائه مفاهیم پایه از تجزیه و تحلیل انتقال حرارت، دما، تنش ها و کرنش های حرارتی و پس ماند، روش های اندازه گیری تنش و کرنش پس ماند، اعوجاج، شکست و خستگی با کاربری های طراحی و شبیه سازی در جوش و ساخت و تولید.

تعداد ساعت درس: ۳۲ واحد

سرفصل درس:

- انتقال حرارت و توزیع حرارت در جوشکاری.
- تجزیه و تحلیل تغییر فرم، اعوجاج و تنش پس ماند در جوشکاری
- روش های اندازه گیری تنش پس ماند در جوشکاری
- اثر متغیر های جوش (سرعت جوشکاری-گرمای ورودی و...) برروی تنش پس ماند
- تنش های حرارتی گذرا.
- مقدار و توزیع تنش پس ماند در جوشکاری (تئوری)
- ارائه فرمول های تجربی و تئوری اندازه گیری اعوجاج در سازه های جوشکاری شده
- تجزیه و تحلیل پدیده شکست در جوشکاری- مطالعات تئوری و آزمایشگاهی شکست ترد در جوشکاری
- تجزیه و تحلیل شکست بر اثر خستگی و ارتباط آن با تنش پس ماند
- اثر تنش پس ماند برروی خوردگی تحت تنش و هیدروژن تردی
- اثر اعوجاج وتنش پس ماند برروی استحکام کمانش قطعات فولادی

- تجزیه و تحلیل ترک ها و قید وبند در جوشکاری.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۵	٪ ۲۵	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۵	٪ ۱۵
		عملکردی	

منابع

1. Analysis of Welded Structures, Residual Stresses, Distortion, and Their Consequences, Koichi Masubuchi and D. W. Hopkins, 642 pages,Publisher: Pergamon Press, Elsevier Ltd., ISBN-10: 1483172627, ISBN-13: 978-1483172620, Nov. 13, 2013.
2. Metallurgical Modeling of Welding (Materials Modeling): Oystein Grong, 581 pages; Publisher: CRC Press; ISBN-10: 0901716375; ISBN-13: ISBN-13: 978-0901716378. May 1, 1994.
3. Minimization of Welding Distortion and Buckling, 1st Edition, Modeling and Implementation, Pan Michaleris, 308 Pages, Imprint:Woodhead Publishing Print Book, ISBN9781845696627, ISBN :9780857092908, 25 May 2011.
4. Computational Welding Mechanics, a volume in Woodhead Publishing Series in Welding and Other Joining Technologies, L-E. Lindgren, 231 pages, Woodhead Publishing Limited, ISBN: 978-1-84569-221-6, 2007.
5. Temperature Controlled Welding Simulation: Finite Element Analysis of a PID Controlled Temperature Constrained Arc Welding Process, GergelyTakács, 120 pages, Publisher: VDM Verlag Dr. Müller, ISBN 10: 3639291069, ISBN 13: 978363929106, 2016.

عنوان درس به فارسی: **مهندسی سطح پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Surface Engineering

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:آشنایی با روش های نوین مهندسی سطح جهت افزایش خواص سطحی قطعات و بهبود عملکرد آنها

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- انواع فرایند های مهندسی نوین سطحشامل: فرایند های متالورژیکی(فرایندهای ذوب سطحی، پرتو لیزر، پرتو الکترونی، سایر منابع متمرکز انرژی) و فرایند های حرارتی- شیمیایی (کربوراسیون پلاسمایی، نیتراسیون پلاسمایی، آلومینایزینگ ، کرومایزینگ ، ...) و فرایند های مکانیکی شامل: ساچمه کوبی، شوک لیزری، سایر فرایندها شامل همزن اصطکاکی، ...
- پوشش دهی شامل: رسوب نشانی فیزیکی،رسوب نشانی شیمیایی، پاشش حرارتی.
- روش های مبتنی بر پلاسما.
- روش های حرارتی با سرعت مافوق صوت.
- روش های سرد با سرعت مافوق صوت.
- لایه نشانی با لیزر.
- مراحل اجرای روشمهندسی سطحشامل: انتخاب مواد، انتخاب فرایند، انتخاب روش.
- مراحل اجرای فرایند انتخابی.

- نحوه ارزیابی خواص سطحیشامل: خواص مکانیکی(سختی، استحکام چسبندگی، چقرمگی)، خواص شیمیایی شامل: ترکیب شیمیایی عناصرخوردگی، اکسیداسیون و خواص فیزیکی شامل: مطالعه زبری سطح، ساختار میکروسکوپی، تخلخل، تشخیص فازهای موجود).

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۵	٪۳۵	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی	

منابع:

1. ASM Metals Handbook Vol. 5, Surface Engineering, ASM International.
2. D.S. Rickerby, A. Matthews, Advanced surface coatings: a handbook of surface engineering, Glasgow: Blackie; New York: Chapman and Hall, 1991.
3. T. Burakowski, T. Wierzchon, Surface Engineering of Metals, Principle, Equipment, Technologies, CRC Press, 1999.
4. F. WBach, A.Laarmann,and T. Wenz, Modern Surface Technology, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany, 2004
5. J.R. Davis, Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, ASM International, 2001.
6. R. Chattopadhyay, Advanced Thermally Assisted Surface Engineering Processes, Kluwer Academic Publishers, Mumbai, India, 2004.
7. P. Lech, the science and engineering of thermals spray coatings, John Wiley, 2008
8. J.R. Davis, Handbook of Thermal Spray Technology, ASM International, 2004.
9. Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, J.R. Davis, ASM International, 2001
10. Surface Engineering of Metals, Principles, Equipment, Technologies, T. Burakowski, CRC Press, 1999
11. Introduction toSurface Engineeringand FunctionallyEngineered Materials, Peter M. Martin, John Wiley, 2011
12. H. Dong, Surface Engineering of Light Alloys, Al, Mg, Ti, Woodhead Publishing Limited, 2010.

عنوان درس به فارسی: استانداردهای جوشکاری

عنوان درس به انگلیسی:Welding Standards

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:آموزش مطالب تکمیلی به دانشجویان در خصوص ارائه انواع مختلف استانداردهای جوشکاری و چگونگی استفاده از آنها در جوشکاری

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- استانداردها CODES & SPECIFICATIONS
- معرفی استانداردهای API و ASME و AWS
- محدودة تغییر فرم OUT-OF-ROUNDNESS در مخازن
- شکل گیری استاندارد B31.3 از آغاز تا کنون
- حد پذیرش فیلمهای رادیوگرافی
- WQT WPS در SEC VIII ASME
- پیش گرم (PREHEAT)
- پس گرم (POST WELD HEAT TREATMENT).
- آزمون ضربه در مخازن تحت فشار.
- مروری بر استاندارد API
- مروری بر استاندارد AWS

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	—	٪۵۰	٪ ۵۰

منابع:

1. American Society of Mechanical Engineers (ASME) Codes
2. American Welding Society (AWS) Standards
3. American Petroleum Institute (API) Standards
4. Australian / New Zealand (AS/NZS) Standards
5. Canadian Standards Association (CSA) Standards
6. British Standards (BS)
7. International Organization for Standardization (ISO) Standards
8. European Union (CEN) standards

عنوان درس به فارسی: **جنبه های مکانیکی خوردگی**

عنوان درس به انگلیسی:Mechanically Assisted Corrosion

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: بررسی تاثیر عوامل مکانیکی نظیر تنش‌های کششی بر فرآیند خوردگی مواد، از مهمترین اهداف این درس می باشد.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مروری بر فرایند شکست مواد
- تئوریهای تمرکز تنش در نوک ترک و نحوه توزیع تنش
- مبانی شکست (شامل: آنالیز تنش در ترک‌ها، رابطه بین سرعت آزاد شدن انرژی و میدان‌های تنش، تجزیه و تحلیل شدت تنش...)
- خوردگی توام با تنش (SCC)
- خوردگی خستگی (Corrosion Fatigue)
- خوردگی فرسایشی (Fretting Corrosion)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰		آزمون های نوشتاری ٪۶۰	٪۳۰
		عملکردی	

منابع:

۱. مروری جامع بر علم خوردگی فلزات، ادوارد مک کافرتی، ترجمه سعیدرضا اله کرم، صادق پورعلی، سید سینا حجازی، محمد مسلمی عقیلی، مشهد، ۱۳۹۳.

2. V.S. Raja and Tetsuo Shoji," Stress Corrosion Cracking", Woodehed Publishing, 2001.

3. Y. Frank Cheng, "Stress Corrosion Cracking of Pipelines", Wiley, 2013.

عنوان درس به فارسی: **روش اجزاء محدود**

عنوان درس به انگلیسی:Finite Element Methods

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: معرفی روش اجزاء محدود در مسائل مهندسی، مروری در مفاهیم ماتریس ها، اصول فرموله کردن به روش تغییر، روش اجزا ء محدود در محاسبه تنش، کرنش، رفتار و هندسه یک جزء یک بعدی، دو بعدی، سه بعدی، روش مخلوط و روش هیبرید.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر روش اجزاء محدود، تاریخچه و کاربرد آن، مزایا و نرم افزار های تخصصی و کلی آن.
- مروری بر مفاهیم تحلیلی ماتریس ها و الاستیسیته دو بعدی.
- فرموله کردن ماتریسی یک بعدی سفتی با استفاده از معادلات تعادل و انرژی
- فرموله کردن ماتریسی دو بعدی سفتییک جزء مثلثی شکلبا استفاده از معادلات تعادل و انرژی
- فرموله کردن نحوه مونتاژ اجزاء مثلثی و محاسبه تنش و کرنش یک صفحه تحت تنش و یا کرنش.
- فرموله کردن اجزاء مثلثی صفحه ای با استفاده از مختصات طبیعی
- فرموله کردن ماتریس دو بعدی سفتی یک جزء مربع مستطیلی، مونتاژ اجزاء مربع مستطیلی با استفاده از مختصات طبیعی در صفحه تحت تنش و یا کرنش.
- فرموله کردن ماتریس سه بعدی سفتی یک جزء مکعب مستطیلی، مونتاژ اجزاء مکعب مستطیلی با استفاده از مختصات طبیعی در هندسه سه بعدی تحت تنش و یا کرنش.
- فرموله کردن روش اجزاء محدود برای حل مسائل غیر خطی

- فرموله کردن روش اجزاء محدود برای حل مسائل تنش های حرارتی
- فرموله کردن روش اجزاء محدود با استفاده از روش گالرکین
- روش های مخلوط و هیبرید در خمش صفحه ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۵	٪ ۲۵	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۵	٪ ۱۵
		عملکردی	

منابع

1. An Introduction to the Finite Element Method, J N Reddy, 3rd Edition, 784 pages; *Publisher*: McGraw-Hill Education; January 11, 2005.
2. The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element analysis, Thomas J. R. Hughe,3rd Edition, 896 pages, Publisher: MHI; ISBN-10: 0070607419, ISBN-13: 978-0070607415, 2006.
3. The Finite Element Method, Volume 1: The Basis, O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, 5th Edition, Publisher: Butterworth-Heinemann, ISBN 0 7506 5049 4, 2000.
4. Finite Element Analysis, S. S. Bhavikatti, 3rdEdition, 348 pages, Publisher: New Age international, New Delhi, ISBN:978-81-224-3671-6, 2015.
5. Finite Element Method, Klaus-Jurgen Bathe, Publisher: Klaus-Jurgen Bathe, ISBN-10: 097900490X, ISBN-13: 978-0979004902, February 15, 2007.
6. A First Course in the Finite Element Method, Daryl L. Logan, 6th Edition, 976 pages, *Publisher*: Boston, MA, Cengage Learning; ISBN:1305635116 9781305635111 9781305637344 1305637348, January 1, 2017.
7. Introduction to Finite Element Methods, P.N. Godbole, 1st Edition, 400 pages, Publisher: IK International Publishing House, New Delhi, ISBN:9789382332206, 2013.
8. Finite Element Procedures, Klaus-Jurgen Bathe, 2nd Edition, 1043 pages, Publisher: Amazon, ISBN-10: 0979004950, ISBN-13: 978-0979004957, August 25, 2014.

عنوان درس به فارسی: **انتخاب مواد مهندسی**

عنوان درس به انگلیسی: Selection of Engineering Materials

تعداد واحد: 2

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با مواد مهندسی فلزی و کامپوزیتی، طبقه بندی مواد مهندسی بر اساس کاربرد آنها و روش های انتخاب مواد مهندسی از اهداف کلی درس می باشند

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه
- انگیزه برای انتخاب مواد
- مبانی قیمت برای انتخاب
- الزامات سرویس و آنالیز شکست
- مشخصات و کنترل کیفیت
- انتخاب براساس استحکام ایستا
- انتخاب بر اساس تافنس
- انتخاب بر اساس سفتی
- انتخاب بر اساس خستگی
- انتخاب بر اساس خزش
- انتخاب بر اساس مقاومت به خوردگی

- انتخاب بر اساس مقاومت به سایش
- رابطه بین انتخاب مواد و فرآوری مواد
- مستند سازی روش های انتخاب
- مطالعه موردی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۷۰	-
		عملکردی -	

منابع:

1. Selection and Use of Engineering Materials, 3rd Edition, F.A.A. Crane, J.A. Charles, J. Furness, Elsevier, 1997.

عنوان درس به فارسی: **تریبولوژی**

عنوان درس به انگلیسی:Tribology

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مبانی تماس انواع سطوح با یکدیگر و نوع سایشی که اتفاق می افتد به همراه مکانیزم های و تئوری های مختلفی که در مباحث تریبولوژیک مطرح هستند.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس :

- مقدمه ای بر تریبولوژی
- ویژگی سطوح و تماس سطحی: زبری سطح، ناهنجاری های سطوح مهندسی
- اصطکاک: قوانین اصطکاک ، اصطکاک چسبنده همراه با تاثیرات فیلم های سطحی و پوششها بر اصطکاک چسبنده، بزرگ شدن محل اتصال، اصطکاک بوسیله تغییر شکل پلاستیک، تاثیرات نیرو ، سرعت ، محیط ، دما ، ساختار ، فیلم های سطحی و ناهنجاری سطح بر اصطکاک
- محاسبه و اندازه گیری دمای سطح در تریبولوژی
- سایش: سایش چسبنده ، تئوری سایش چسبنده ، انتخاب مواد ، سایش بوسیله تغییر شکل پلاستیک و سایش خراشی ، تئوری مربوطه ، انتخاب مواد، سایش خستگی، سایش خوردگی و شیمیایی ، سایش رفتگی و سایش فرتینگ (تماس نوسانی ریز با دامنه بسیار اندک)
- سایش و اصطکاک روانکاری جامد، سایش و اصطکاک پلیمر ها و سرامیک ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۲۵	٪ ۳۰	٪ ۴۵	ندارد

منابع:

1. Engineering Tribology, G. W. Stachowiak and A. W. Batchelor, 4th edition, Elsevier, 2014.
2. Tribology, I. M. Hutchings, 1992

عنوان درس به فارسی: **نفوذ در جامدات**

عنوان درس به انگلیسی:Diffusion in Solids

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح کلیه مباحث مربوط به نفوذ اتم ها در جامدات شامل قوانین، معادلات، سرعت، مکانیزم ها، ضرایب نفوذ و غیره

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- قوانین اول و دوم فیک.
- حل فائون دوم فیک برای چند حالت خاص (شامل: زوج نامحدود، فیلم نازک، سیستم نیمه بینهایت و نفوذ در یک تختال و زمان‌های کوتاه).
- رسوب‌گذاری.
- تسهیل نفوذ توسط اعمال تنش.
- نرخ استحاله‌های فازی بر اساس روابط نفوذ.
- تئوری اتمی نفوذ.
- ریزمکانیزم‌های نفوذ.
- تأثیر فشار هیدرواستاتیک بر نفوذ.
- نفوذ در آلیاژهای رقیق.
- نفوذ ناخالصی در فلزات خالص.
- ضریب نفوذ در خود.
- ضریب نفوذ ذاتی.

- ضریب نفوذ درهم (شیمیایی).
- پدیده کرکندال.
- روابط دارکن.
- نفوذ در آلیاژهای سه تایی.
- نفوذ در جامدات یونی و سرامیک ها.
- نفوذ واکنش.
- نفوذ در نیمه رساناها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
ندارد	۳۰ تا ۴۰ ٪	۶۰ تا ۷۰ ٪	ندارد

منابع:

1.Diffusion in Solids (Fundamentals, Methods, Materials, Diffusion-Controlled Processes), Mehrer, Heimut, Springer, 2007.

2.Diffusion in Solids, field theory, solid state principle & applications, Martin Eden Glicksman, John Wiley Sons, 2000.

3.Phase Transformation in Metals & Alloys, D. A. Porter, K. E. Easterling, 1993.

4.Diffusion in Crystalline Solids, G. E. Murch,Elsevier, 1984.

5.Diffusion in Solids, Shewmon, Paul G., McGraw-Hill, 1963.

عنوان درس به فارسی: **طراحی جوش با رایانه**

عنوان درس به انگلیسی: Design of weld using computers

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:

ارائه مفاهیم پایه از طراحی جوش با استفاده از نرم افزار های موجود و یا برنامه ریزی کامپیوتری. فرمول های انتقال حرارت، دما، تنش ها و کرنش های حرارتی ماده مورد مطالعه در نرم افزار ثبت می شود و مقدار تنش، کرنش، اعوجاج های احتمالی شبیه سازی می گردد. کاربری های طراحی و شبیه سازی در جوش و ساخت و تولید.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- اصول اولیه طراحی جوش به کمک نرم افزار
- دلایل استفاده از نرم افزار جهت طراحی جوش در مقایسه با روش های مرسوم
- اصول نرم افزاری شبیه سازی طراحی جوش
- انتقال حرارت و توزیع حرارت در جوشکاری.
- تجزیه و تحلیل تغییر فرم، اعوجاج و تنش پس ماند در جوشکاری
- اثر متغیر های جوشکاری (سرعت جوشکاری-گرمای ورودی و-) برروی طراحی جوش
- تجزیه و تحلیل پدیده شکست ناشی از طراحی های جوشکاری-
- تجزیه و تحلیل ترک ها و قید وبند ناشی طراحی در جوشکاری.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۵	٪ ۲۵	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۵ عملکردی	٪۱۵

منابع:

1. O. Grong, Metallurgical Modeling of Welding (Materials Modeling), CRC Press, 1994.
2. P. Michaleris, Minimization of Welding Distortion and Buckling, 1st Edition, Modeling and Implementation, 2011.
3. L.E. Lindgren, Computational Welding Mechanics, A volume in Woodhead Publishing Series in Welding and Other Joining Technologies, Woodhead Publishing Limited, 2007.
4. G.Takács, Temperature Controlled Welding Simulation: Finite Element Analysis of a PID Controlled Temperature Constrained Arc Welding Process,2016.

عنوان درس به فارسی: اصول آنالیز حرارتی مواد

عنوان درس به انگلیسی:Principles of Thermal Analysis of Materials

تعداد واحد: 2

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان به اصول روش های آنالیز حرارتی مواد و نقش متغیر های موثر در حصول جواب های قابل اطمینان

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- آشنایی کلی با روش های آنالیز حرارتی.
- آنالیز حرارتی جرم سنجی افتراقی.
- متغیر های مؤثر روی این آزمایش.
- نحوه مطالعات سینتیکی فرآیندها با این روش.
- آنالیز حرارت.
- متغیر های مؤثر در اخذ جواب مناسب از این روش.
- نحوه مطالعات سینتیکی با این روش.
- روش های آنالیز حرارتی هم زمان.
- روش های شناسایی و آنالیز گازها در دستگاه های آنالیز حرارتی.
- ترکیب روش های EGA و EGD با TG و DSC یا DTA
- روش های آنالیز حرارتی مکانیکی- حرارتی.
- سایر روش های آنالیز حرارتی و روش های کالری متری در دمای ثابت.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۳۵	٪۲۵
		عملکردی--	

منابع:

1. Micheal E. Brown," Introduction to Thermal Analysis Techniques and Applications" Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 2001.
2. Paul Gabbott," Principles and Application of Thermal Analysis" Blackwell publishing, 2008.
3. Robert F. Speyer," Thermal Analysis of Materials" Marcel Dekker INC., 1994.
4. T. Hatakeyama, Z. Liu," Hand Book of Thermal Analysis",John wiley & sons, 1998.
5. P. J. Haines, "Principles of Thermal Analysis and Calorimetry", 2002, RSC.
6. W.W.M. Wendlandt, "Thermal Analysis", 1986, John Wiley & Sons.
7. Stephen Z.D. Cheng" Hand book of Thermal Analysis and Calorimetry" Elsevier, 2002.
8. Joseph D. Menczel and R. Bruce Prime "Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications" Wiley, 2009.

عنوان درس به فارسی: **تغییر حالت های متالورژیکی**

عنوان درس به انگلیسی:Metallurgical Phase Transformation

تعداد واحد:2

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: **ندارد**

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:آشنایی با کلیه تغییر حالت های ممکن فازی در سیستم های متالورژیکی و بررسی ترمودینامیکی و سینتیکی آن ها

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- تعریف تغییر حالت.
- انواع تغییر حالت.
- تئوری تغییر حالت بر اساس ترمودینامیک اصول تعادل پایدار و نیمه پایدار.
- طبقه بندی تغییر حالت.
- تعریف سرعت تغییر حالت.
- نیروی محرکه برای تغییر حالت.
- قوانین تعادل ترمودینامیک.
- انرژی آزاد محرکه و انرژی آزاد تغییر حالت.
- سرعت تغییر حالت شامل انرژی محرکه حرارتی برای حالتی که فقط یک نوع تغییر اتمی انجام می گیرد(تغییر حالت مدنی).
- تغییر حالت اتمی که شامل چند نوع تغییر اتمی هستند(تغییر حالت های ناهمگن).
- اصول ماکزیمم سرعت تغییر حالت های تجویی.

- روش های اندازه گیری سرعت تغییر حالت.

- معادلات سرعت تغییر حالت

- معادلات سرعتبرای تغییر حالت غیر همگن.

- انرژی محرکه تجربی و پارامترهای موثر.

- منحنی های تغییرات زمان.

- درجه حرارت و تغییر حالت اسپیندودالی بازیابی و تبلور مجدد.

- محاسبه سایر پارامترهای ترمودینامیکی.

- بازیابی.

- تغییر حالت توام با جوانه زنی و بازیابی.

- قوانین تبلور مجدد.

- جوانه زنی در تبلور مجدد.

- حرکت مرز دانه ها.

- سرعت رشد دانه ها.

- تاثیر ناخالصی و فاز دوم در سرعت رشد دانه ها.

- ساختمان میکروسکوپی حاصل.

- تغییر حالت تعادل.

- جوانه زنی هم زمان دو فاز(تغییر حالت پرلیتی) رشد هم زمان دو فاز(پرلیت).

- مکانیسم و مشخصات کریستالوگرافی فاز بینایت تغییر حالت دسته جمعی.

- تغییر حالت منظم به غیرمنظم و قوانین سرعت تغییر حالت.

- پیر سختی.

- مناطق جوانه زنی و رشد مناطق.

- بزرگ شدن رسوبات.

- تأثیر جاهای خالی اضافی در تغییر حالت (فازهای اولیه ، میانی و ثانویه).

- تغییر حالت های بدون نفوذ و جا به جا شدن اتم ها. مشخصات تغییر حالت بدون نفوذ اتم ها.

– ترمودینامیک تغییر حالت.

– جوانه زنی تغییر حالت های مارتنزیتی.

– خصوصیات سرعت تغییر حالت های مارتنزیتی.

– کریستالوگرافی تغییر حالت.

– مارتنزیت در فولاد.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
ندارد	۲۰ تا ۳۰ ٪	۷۰ تا ۸۰ ٪	ندارد

منابع:

1. Phase Transformation in Metals and Alloys, David A. Poter, Kenneth Easterling and M. Y. Sherif, 3rd Edition, Taylor and Francis Group, 2009.
2. Introduction to the Thermodynamic of Materials, David R. Gaskell, 5th edition, Taylor and Francis Group, 2008.
3. Thermodynamics in Materials Science, Robert Dehoff, 2nd Edition, Taylor and Francis Group, 2006.
4. Kinitics of Materials, Robert W. Balluffi, Samuel M. Allen,and W. Craig Carter, John Wiely and Sons Inc, 2005.

عنوان درس به فارسی: زیست فناوری در مهندسی مواد

عنوان درس به انگلیسی:Biotechnology in Material Engineering

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: مطالعه کلی میکرو ارگانیسم ها و سینتیک و انواع آنها

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر میکروارگانیسم‌ها و کاربردهای آن
- انواع میکروارگانیسم‌ها در متالورژی (باکتری ها، قارچ ها، مخمرها و جلبک ها).
- مقایسه میکروارگانیسم ها (سینتیک، عملکرد، تحمل و ...)
- اسیدهای تولیدی توسط میکروارگانیسم‌ها شامل: اسیدهای معدنی و اسید های آلی (اسید سیتریک، اسید اگزالیک، اسید گلوکونیک، اسید مالیک، اسیدهای دیگر).
- روش‌های صنعتی تولید اسیدهای آلی به روش بایولوژیک.
- خالص‌سازی محصولات بایولوژیکی.
- انحلال زیستی (بایولیچینگ) در صنعت.
- سینتیک و ترمودینامیک، مدل‌های کنترل کننده، مدل‌های جذب (لانگ میور و ...)، مدل‌های انحلال (SCM و ...).
- راکتورها، موازنه جرم در راکتورها، روش‌های مختلف تماس (هیپ، درجا، ستونی و ...).
- کنترل فرآیند در صنعت.
- محدودیت ها

- روش های آنالیزی
- شمارش میکروارگانیسم ها
- محدودیت ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	٪۲۰
		عملکردی	

منابع:

1. Villadsen, John, Fundamental Bioengineering, John Wiley & Sons, 2016.
2. Tkacz, Jan S., and Lene Lange, Advances in fungal biotechnology for industry, agriculture, and medicine. Springer Science & Business Media, 2004.
3. Gadd, Geoffrey Michael, Ed. Fungi in biogeochemical cycles, Vol. 24, Cambridge University Press, 2006.
4. Kavanagh, Kevin, Ed. Fungi: biology and applications, John Wiley & Sons, 2011.
5. Murr, Lawrence, Ed. Metallurgical applications of bacterial leaching and related microbiological phenomena, Elsevier, 2012.
6. Kawatra, S. Komar, and K. A. Natarajan, Eds. Mineral Biotechnology: Microbial Aspects of Mineral Beneficiation, Metal Extraction, and Environmental Control, SME, 2001.

عنوان درس به فارسی:**سمینار**

عنوان درس به انگلیسی:Seminar

تعداد واحد:۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: اشنا شدن دانشجو با نحوه گردآوری مطالب تئوری و تحقیقاتی با استفاده از روش های متداول روز دنیا در ارتباط با یک موضوع خاص و ارائه مطالب تهیه شده به همراه تجزیه و تحلیل در یک ارائه شفاهی.

سرفصل درس:

- بررسی مطالعاتی در یکی از موضوعات مبوط به انتخاب و شناسایی و خواص مواد مهندسی شامل تهیه لیست آخرین مقالات علمی در زمینه مورد نظر با استفاده از اخرین روش های جستجوی منابع و مراجع علمی.
- جمع آوری مقالات با انجام مطالعات تئوریک و نقد و بررسی کار های انجام شده و جمع بندی آن ها و نتیجه گیری نهایی.
- در انجام سمینار هیچگونه آزمایشی صورت نمی گیرد و فقط بررسی و تحلیل مطالبی که توسط دیگر محققان صورت گرفته انجام می شود.
- موضوع سمینار می بایست متفاوت از عنوان پروژه ارشد بوده ولی می تواند بخشی از مطالعات اولیه پروژه را دربرگیرد.
- سمینار بعد از تایپ و تدوین در یک جلسه از پیش تعیین شده با حضور استاد راهنما ، سرپرست گرایش و دانشجویان گرایش مربوطه ارائه می گردد.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۰	٪۰	به صورت ارائه شفاهی ٪۱۰۰	٪۰

منابع:

1. Analytical Writing, William E. Winner, Morgan and Claypool Publishers, 2013
2. Technical Report Writing Today, Daniel Riordan, 10th Edition, Cengage Learning, 2014
3. How to Write Technical Reports, Hering, Lutz, Hering, Heike, 2010
4. The Craft of Research, Wayne C. Booth and Gregory G. Colomb, 3rd Edition,The university of Chicago press limited, 2008
5. Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills, John M. Swales and E. B. White, 4th Edition, Pearson press, 2000

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد – خوردگی و حفاظت از مواد

فصل اول: مشخصات کلی

عنوان رشته

مهندسی مواد -خوردگی و حفاظت از مواد

Materials Engineering- Corrosion and Protection of Materials

تعریف رشته

مهندسی مواد -خوردگی و حفاظت از مواد از گرایش‌های مهندسی و علم مواد می‌باشد که نوع تخریب و علل تخریب در فلزات و آلیاژها در صنایع مختلف را بررسی و ارزیابی می نماید. روشهای حفاظت از فلزات و آلیاژها و ارزیابی آنها و اقتصادی بودن روشها از موضوعاتی است که در این رشته مورد بررسی قرار می گیرد.

هدف رشته

هدف از برنامه ریزی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مواد -خوردگی و حفاظت از مواد، تربیت کارشناسان متخصص در موارد زیر می باشد:

- تشخیص نوع خوردگی در محیطهای مختلف و سرعت رشد آن
- آشنایی با روشهای تعیین و ارزیابی خوردگی فلزات وآلیاژها
- آشنایی با روشهای مختلف حفاظت از خوردگی مانند حفاظت کاتدی وآندی، تعیین آلیاژ مناسب، انتخاب پوششها و روشهای اعمال آنها، استفاده از ممانعت کننده های و طراحی سیستم مناسب.
- تعیین مکانیزم و ارزیابی عملکرد روشهای حفاظتی از طریق روشهای مختلف الکتروشیمیایی

ضرورت و اهمیت رشته

پدیده خوردگی فلزات و آلیاژها در صنایع مختلف مسئله آفرین می باشد که خسارت ناشی از آن بالغ بر ۵ در صد در آمد ناخالص ملی هر کشور را تشکیل میدهد. خسارتهای حاصل از خوردگی نه تنها باعث از کار افتادن واحد می گردد بلکه باعث خسارات جانی فراوان می شود. لذا آشنایی با این رشته و روشهای حفاظتی از آن باعث کاهش هزینه های زیاد حاصل از خوردگی می گردد.

دانشگاه تهران
شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی

نقش و توانایی فارغ التحصیلان

فارغ‌التحصیلان این گرایش با شناخت از علم خوردگی و روشهای حفاظت از مواد قادر خواهند بود علاوه بر کار کردن در صنایع مختلف مانند نفت و گاز وپتروشیمی و سایر صنایع کشور با دانشی که در این رشته کسب کرده اند باعث بر طرف نمودن مسایل حاصل از خوردگی شوند و از هزینه های گزاف حاصل از خوردگی جلوگیری کنند. دانش آموختگان این رشته قادرخواهند بود که طراحی و روشهای حفاظت از سیستمهای مختلف را خود انجام دهند و از وابستگی کشور به متخصصین خارج از کشور بی نیاز سازند.

طول دوره و شکل نظام

برنامه درسی در این گرایش شامل ۳۲ واحد درسی نظری و عملی بوده، طول دوره ۲ سال است و در ۴ نیمسال برنامه ریزی و اجرا می شود. هر نیمسال شامل ۱۶ هفته آموزشی کامل در نظر گرفته شده است. دروس نظری به ازای هر واحد ۱۶ ساعت (یک ساعت در هفته) و دروس عملی به ازای هر واحد ۳۲ ساعت (دو ساعت در هفته) تدریس می شوند.

۱- دروس تخصصی: شامل۶ درس به ارزش۱۲ واحدکه دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن تمام آنهاست.

۲- دروس اختیاری: شامل ۱۰ درس به ارزش ۱۸ واحد که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۴ واحد درسی از بین آن ها هستند.

۳- دروس جبرانی:شامل۳درس به ارزش۷ واحد که دانشجویان در صورت نیاز میتواند آنها را اخذ نمایند.

۴- پایان نامه کارشناسی ارشد: شامل پروژه عملی به ارزش ۶ واحد

شرایط و ضوابط ورود به دوره

دارا بودن شرایط عمومی و اختصاصی مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

فصل دوم: جداول دروس

۱- جدول دروس جبرانی

رشته مهندسی مواد - خوردگی و حفاظت از مواد در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	اصول الکتروشیمی و خوردگی	۳۰		۳	۴۸		۴۸	
۲	مهندسی سطح	۲		۲	۳۲		۳۲	
۳	شناخت آلیاژهای مهندسی	۲		۲	۳۲		۳۲	
	جمع کل	۷		۷	۱۱۲		۱۱۲	

- دانشجویانی که از رشته های غیر از مهندسی هستند موظف به اخذ دروس جبرانی تا سقف ۷ واحد می باشند.

۲- جدول دروس تخصصی

رشته مهندسی مواد – خوردگی و حفاظت از مواد در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک و سینتیک خوردگی پیشرفته	۳		۳	۴۸		۴۸	-
۲	مشخصه یابی پیشرفته مواد	۲		۲	۳۲		۳۲	-
۳	حفاظت کاتدی و آندی	۲		۲	۳۲		۳۲	-
۴	الکتروشیمی و خوردگی پیشرفته	۳		۳	۴۸		۴۸	-
۵	اکسیداسیون و خوردگی داغ	۲		۲	۳۲		۳۲	-
جمع کل		۱۲		۱۲	۱۹۲		۱۹۲	

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۲ واحد از دروس اختصاصی می باشند.

۳- جدول دروس اختیاری

رشته مهندسی مواد – خوردگی و حفاظت از مواد در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	آزمایشگاه خوردگی پیشرفته		۱	۱		۳۲	۳۲	-
۲	مهندسی سطح پیشرفته	۲		۲	۳۲		۳۲	مهندسی سطح
۳	خطا در اندازه گیری	۱		۱	۱۶		۱۶	-
۴	پدیده های انتقال پیشرفته	۲		۲	۳۲		۳۲	-
۵	حفاظت از طریق رنگ و پوشش	۲		۲	۳۲		۳۲	-
۶	تریبولوژی	۲		۲	۳۲		۳۲	-
۷	ممانعت کننده های خوردگی	۲		۲	۳۲		۳۲	-
۸	خوردگی در صنایع	۲		۲	۳۲		۳۲	-
۹	جنبه های مکانیکی خوردگی	۲		۲	۳۲		۳۲	-
۱۰	سمینار		۲	۲	۳۲		۳۲	-
۱۱	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد		۱	۱		۳۲	۳۲	
۱۲	خواص فیزیکی مکانیکی پلیمرها	۲		۲	۳۲		۳۲	
۱۳	مباحث ویژه	۲		۲	۳۲		۳۲	
	جمع کل	۱۹	۴	۲۳	۳۳۶	۶۴	۴۰۰	

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۴ واحد اختیاری می باشند
- دانشجویان می توانند به صلاحدید استاد راهنما از دروس اختیاری سایر گرایشها درس اخذ نمایند

فصل سوم: سرفصل دروس

عنوان درس به فارسی:ترمودینامیک و سینتیک خوردگی پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Thermodynamic and kinetics of Corrosion

تعداد واحد:۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان با مبانی و مباحث ترمودینامیک و سنتیک خوردگی

تعداد ساعت درس: ۴۸ ساعت

سرفصل درس:

ترمودینامیک الکتروشیمیایی شامل توابع گیبس، واکنشهای الکتروشیمیایی، پتانسیلهای تعادلی، تغیرات انرژی آزاد استاندارد گیبس برای واکنشهای شیمیایی،.واکنشهای الکتروشیمیایی وپیلهای الکتروشیمیایی، اختلاف پتانسیل فصل مشترک و پتانسیل نیمه پیل، »معادله نرست و اثر غلظت بر پتانسیل نیمه پیل، واکنشهای نیمه پیل و محاسبات معادله نرست، فاکتورهای موثر و تاثیر گذار بر پتانسیلهای الکترود، محاسبات پیل الکتروشیمیایی در رابطه با خوردگی، فعالیت و فیوگسیته و محاسبات ترمودینامیکی آن، روش ساخت دیاگرام پوربی و ارزیابی آنها برای خوردگی فلزات، برای فلزات واکنشهای خوردگی یکنواخت و تاثیر آن با pH در غیاب اکسیژن، واکنشهای خوردگی یکنواخت و تاثیر آن با pH در حضور اکسیژن، بررسی خوردگی فلزات و آلیاژها بر اساس پتانسیل تعادلی نسبی کاتدی و آندی، روشهای مختلف تعیین نرخ خوردگی فلزات و آلیاژها، پلاریزاسیون غلظتی و نفوذی، بررسی سنتیک الکترودها برای پالاریزاسیون غلظتی، لایه های نفوذی، تئوری واگنر و تراد برای پلاریزاسیون غلظتی، پلاریزاسیونهای ترکیبی از فعالیت و نفوذی، بررسی سنتیک الکترودهای چرخشی، روئینگی و تئوریهای مربوطه، روشهای آنالیز سطح برای بررسی فیلمهای روئین، خواص مکانیکی و شیمیایی فیلمهای اکسیدی فلزات و آلیاژهای دوتایی، ارزیابی سنتیک واکنشهای انتقال بار سریع، بررسی واکنشهای تعادلی توانم با واکنشهای شیمیایی، بررسی واکنشهای الکتروشیمیایی توانم واکنشهای شیمیایی تنبل.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۱۰	٪ ۳۰	آزمون های نوشتاری ٪ ۴۰	٪ ۲۰
		عملکردی -	

منابع

1. K. Elayaperumal, V. S. Raja, "Thermodynamics and Kinetics of Electrochemical Corrosion", 2015.
2. N.Perez, "Electrochemistry and Corrosion Science",2016.
3. R. G. Kelly, J. R. Scully, D.W. Shoesmith and R. G. Buchheit, "Electrochemical Techniques in Corrosion Science and Engineering", 2005.
4. D. Talbot and J. Talbot, "Corrosion Science and Technology",1997.
5. N. Perez, "Electrochemistry and Corrosion Science", 2016.
6. Aiden, "Thermodynamics and kinetics of corrosion", 2017.

عنوان درس به فارسی: **مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Characterization of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: مشخصه یابی و شناسائی ساختار مواد و جلوه های مختلف آن شامل تعیین اندازه و مورفولوژی فازها، بررسی نقایص بلوری و فازها، تعیین چیدمان های اتمی بلوری و غیر بلوری فازها و تجزیه شیمیائی آنها با بهره گیری از میکروسکوپی الکترونی و دستگاههای مرتبط با آن و پراش پرتو ایکس.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- محدودیت میکروسکوپی نوری، پراش و حد تفکیک، پرتو الکترونی و انواع تفنگ های الکترونی، سامانه های تامین خلا، عدسی های مغناطیسی و الکترو استاتیکی، خطاهای عدسی ها، روزنه ها، اندرکنش پرتو الکترونی با مواد و سیگنال ها، ردیابی سیگنال ها.
- پرتو ایکس (مشخصه ها، تولید، انواع، جذب و فیلتر نمودن، اندرکنش با مواد)، پدیده پراش پرتو ایکس توسط چیدمان اتمی بلوری ماده، طیف سنجی پرتو ایکس، ضرایب و عوامل موثر بر شدت پراش ، روش های پراش پرتو ایکس، هندسه های پراش سنجی پرتو ایکس، بانک اطلاعات پراش مواد، تعیین ساختمان بلوری مواد از الگوی پراش، اندازه گیری های کیفی و کمی الگوهای پراش پرتو ایکس، پراش در حالت مطلوب و غیر مطلوب، تحلیل شرر، ویلیامسون-هال، رایتولد، اندازه گیری تنش های باقیمانده و بررسی بافت بلوری.

- میکروسکوپی الکترونی روبشی، بزرگنمایی، حد تفکیک و عمق میدان، سیگنال ها و کنتراست های تصویر آنها، میکروسکوپی تحت خلا محدود و میکروسکوپی محیطی، آماده سازی نمونه.

- میکروسکوپی الکترونی عبوری، تصاویر در میدان روشن و تاریک و پراش الکترونی، کنتراست های دامنه و فاز، الگوهای پراش الکترونی نقطه ای، حلقه ای، کیکوچی و پرتو های همگرا و شاخص گذاری آنها، اثر شکل رسوب بر الگوی پراش الکترونی، آماده سازی نمونه فویل نازک، نظریه های سینماتیکی و دینامیکی پراش و تبیین جلوه های تصویری بر مبنای آنها، کنتراست های تفایض بلوری، بررسی ارتباط بلوری فازها، کنتراست با حد تفکیک بالا یا کنتراست شبکه ای، تعیین ترکیب شیمیایی با طیف سنجی الکترون های انرژی از دست داده.

- تجزیه شیمیائی مواد با استفاده از پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی با استفاده از تفکیک انرژی پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی به کمک تفکیک طول موج پرتو ایکس، تجزیه شیمیایی کیفی و کمی و موارد مصنوعی طیف ها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۵	ندارد	آزمون نوشتاری: ٪۳۵	٪۳۰
		عملکردی	

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918

5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی:**حفاظت کاتدی و آندی**

عنوان درس به انگلیسی:Anodic and Cathodic Protection

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ◉

اهداف کلی درس: حفاظت فلزات غوطه‌ور در آب یا خاک و یا بتن توسط استفاده از یک پیل گالوانیکی و یا اعمال جریان مستقیم

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

حفاظت فلزات، چگونگی اعمال حفاظت کاتدی و آندی، انواع منابع جریان، مقاومت ویژه الکترولیت، تعیین و حفاظت نقاط داغ، معیار حفاظت، فاکتورهای موثر در حفاظت آندهای مختلف، اصول حفاظت آندی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰		آزمون های نوشتاری ٪۶۰	٪۳۰
		عملکردی	

منابع:

۱. حفاظت کاتدی خطوط لوله، سعیدرضا اله کرم، مینوش خداداد، هانف هاشمی، ترجمه، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۸۸.

۲. کنترل خوردگی خط لوله پی یادی، تقی شهرابی، اشکان دانش سلک، محمود علی اف خضرایی، ترجمه، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۳.

3. W. Brian Holtsbaum, "Cathodic Protection Survey Procedures", NACE, 2009.

دانشگاه تهران
شورای برنامه ریزی گسترش و نظارت آموزشی

4. V. Cieck, "Cathodic Protection Industrial Solutions for Protecting Against Corrosion", Wiley, 2013.
5. A.R. Bahadori, "Cathodic Corrosion Protection Systems", Elsevier, 2014.

عنوان درس به فارسی: **الکتروشیمی و خوردگی پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Corrosion and Electrochemistry

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با مکانیزم های فرایند خوردگی در فلزات مختلف – روشهای مدرن بررسی و مطالعه خوردگی از جمله اسپکتروسکوپی امپدانس – الکترود چرخان و واکنشهای چندگانه – اتصال جرم در فرایند خوردگی- بررسی مبانی اولیه الکتروشیمی و ارتباط آنها به مباحث پیشرفته در زمینه فرایندهای الکتروشیمیایی مربوط به خوردگی – پوشش دهی الکتروشیمیایی – پاطریها – پرداختکاری الکتروشیمیایی – شکل دهی الکتروشیمیایی

تعداد ساعت درس: ۴۸ ساعت

سرفصل درس :

- نظری : آب و ویژگیهای آن و تاثیر پارامترها بر فرایند خوردگی – بهسازی صنعتی آب – بررسی فرایندهای خوردگی و تاثیر هر مرحله بر سینتیک واکنش – امپدانس اسپکتروسکوپی و نقش آن در تعیین رفتار سطوح و پوششها-مبانی الکتروشیمی، غلظت، اکتیویته، پتانسیل، ارتباط اکتیویته با غلظت، قانون دبی هوکل، هدایت مولی و یونی و ارتباط آن با غلظت و استفاده از آن در بدست آوردن ضریب فعالیت، قانون مهاجرت مستقل، کشش سطحی و ارتباط آن با پتانسیل، لایه دوگانه الکتریکی و مدلهای مختلف، مکانیزم جابجایی الکترون
- عملی : پوشش دهی الکترو شیمیایی و مکانیزم های آن، شکل دهی، پرداختکاری و Electrochemical Etching عملکرد باطریها، پوشش دهی و رنگ آمیزی الکتروفورتیک، تولید گاز کلر

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۵	-	آزمون های نوشتاری ٪۹۰	٪۵
		عملکردی—	

منابع

1. D.R. Crow, Principles and Applications of Electrochemistry, CRC Press; 4th edi., 1994.
2. D. Pletcher, Industrial Electrochemistry, Springer; 1982.
3. John O'M. Bockris, Amulya K.N. Reddy, Maria E. Gamboa-Aldeco, Modern Electrochemistry , Springer, 2nd ed., 2008.
4. Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, Electrochemical Analysis, Wiley, 2nd ed., 2000.

عنوان درس به فارسی:اکسیداسیون و خوردگی داغ

عنوان درس به انگلیسی:Oxidation and Hot Corrosion

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:آشنائی با پدیده های اکسیداسیون و خوردگی داغ در قطعات صنعتی و اهمیت مقابله با آنها، تشریح مبانی و عوامل موثر بر پدیده اکسیداسیون، روشهای بهبود مقاومت مواد در برابر اکسیداسیون، تشریح مبانی، مکانیزم و عوامل موثر بر پدیده خوردگی داغ، روشهای بهبود مقاومت مواد در برابر خوردگی داغ

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- معرفی پدیده های اکسیداسیون و خوردگی داغ
- روشهای مطالعه اکسیداسیون
- ترمودینامیک اکسیداسیون
- سینتیک اکسیداسیون
- ساختمان اکسیدها و مکانیزم تحرک یونی
- اکسیداسیون فلزات خالص
- اکسیداسیون آلیاژها (انواع- اکسیداسیون ترجیحی- تشکیل اسپینل- تشکیل اکسیدهای مرکب- اکسیداسیون داخلی- اکسیداسیون مخرب)
- جنبه های مکانیکی اکسیداسیون (منابع ایجاد تنش های مکانیکی و حرارتی در اکسیدها- روشهای بهبود مقاومت در برابر اکسیداسیون- اکسیداسیون مواد سرامیکی)

- سایر پدیده های دمای بالا (سولفیداسیون- نیتریداسیون- کربوراسیون و دکربوراسیون و ....)
- خوردگی داغ (انواع- مراحل- مکانیزم ها- روشهای مطالعه- روشهای مقاوم سازی مواد در مقابل خوردگی داغ).

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	-	آزمون های نوشتاری ٪۷۰	٪۲۰
		عملکردی—	

منابع

1. N. Birks, G.H. Meier and F.S. Pettit, Introduction to the High Temperature Oxidation of Metals, Second edition, Cambridge University Press, 2006.
2. A.S. Khanna, Introduction to High Temperature Oxidation and Corrosion, ASM International, 2002.

عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه خوردگی پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Corrosion Laboratory

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با روشهای مدرن جهت بررسی های الکترو شیمیایی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس :

آشنایی با عملکرد دستگاه های شامل پتانسیو استات -- RDA - FRA

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری ٪۶۰	
		عملکردی ٪۴۰	

منابع

1. F. M. Geenen, Characterization of Organic Coatings with Impedance Measurements, PASMANS Publication, Delft, 1991.
2. Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, Electrochemical Analysis, Wiley, 2nd ed., 2000.
3. Robert G. Kelly, John R. Scully, David W. Shoesmith, Rudolph G. Buchheit, Electrochemical Techniques in Corrosion Science and Engineering, Marcel Dekker, Inc., 2002.

عنوان درس به فارسی: **مهندسی سطح پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Surface Engineering

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با روش های نوین مهندسی سطح جهت افزایش خواص سطحی قطعات و بهبود عملکرد آنها

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- انواع فرایند های مهندسی نوین سطح Advanced Surface Engineering processes
  - فرایند های متالورژیکی Metallurgical processes
    - ❖ فرایندهای ذوب سطحی
      - ✓ پرتو لیزر
      - ✓ پرتو الکترونی
      - ✓ سایر منابع متمرکز انرژی
  - فرایند های حرارتی- شیمیایی Thermo-Chemical processes
    - ❖ کربوراسیون پلاسمایی
    - ❖ نیتراسیون پلاسمایی
    - ❖ آلومینایزینگ ، کرومایزینگ ، ...
  - فرایند های مکانیکی Mechanical processes

- ساچمه کوبی ❖
- شوک لیزری ❖
- سایر فرایندها شامل همزن اصطکاکی، ... ❖

• پوشش دهی surface coatings and depositions

- رسوب نشانی فیزیکی Physical Vapor Deposition, PVD ❖
- رسوب نشانی شیمیایی Chemical Vapor Deposition, CVD ❖
- پاشش حرارتی Thermal Spray ❖
  - ✓ روش های مبتنی بر پلاسما Plasma Based Techniques
  - ✓ روش های حرارتی با سرعت مافوق صوت High Velocity Oxy-fuel systems
  - ✓ روش های سرد با سرعت مافوق صوت Cold Spray
- لایه نشانی با لیزر Laser Cladding ❖

– مراحل اجرای روش مهندسی سطح How to practice surface engineering

- انتخاب مواد Material selection
- انتخاب فرایند Process selection
- انتخاب روش Technique selection
- مراحل اجرای فرایند انتخابی How to perform

– نحوه ارزیابی خواص سطحی Surface Evaluation

• خواص مکانیکی Mechanical Properties

- سختی Hardness ❖
- استحکام چسبندگی Adhesion and Cohesion ❖
- چقرمگی Toughness ❖

• خواص شیمیایی Chemical Properties

- ترکیب شیمیایی عناصر Chemical Compesition ❖
- خوردگی Corrosion Behavior ❖

دانشگاه تهران
شورای برنامه ریزی گسترش و نظارت آموزش عالی

- ❖ اکسیداسیون Oxidation
- • خواص فیزیکی Physical Properties
- ❖ مطالعه زبری سطح surface roughness
- ❖ ساختار میکروسکوپی Microstructure
- ❖ تخلخل Porosity
- ❖ تشخیص فازهای موجود Phases

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۵	٪۳۵	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	٪۱۰

منابع:

1. ASM Metals Handbook Vol. 5, Surface Engineering, ASM International.
2. D.S. Rickerby, A. Matthews, Advanced surface coatings: a handbook of surface engineering, Glasgow: Blackie; New York: Chapman and Hall, 1991.
3. T. Burakowski, T. Wierzchon, Surface Engineering of Metals, Principle, Equipment, Technologies, CRC Press, 1999.
4. F.WBach, A.Laarmann,and T. Wenz, Modern Surface Technology, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany, 2004
5. J.R. Davis, Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, ASM International, 2001.
6. R. Chattopadhyay, Advanced Thermally Assisted Surface Engineering Processes, Kluwer Academic Publishers, Mumbai, India, 2004.
7. P. Lech, The science and engineering of thermals spray coatings, John Wiley, 2008
8. J.R. Davis, Handbook of Thermal Spray Technology, ASM International, 2004.
9. Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, J.R. Davis, ASM International, 2001

10. Surface Engineering of Metals, Principles, Equipment, Technologies, T. Burakowski, CRC Press, 1999
11. Introduction toSurface Engineeringand FunctionallyEngineered Materials, Peter M. Martin, John Wiley, 2011
12. H. Dong, Surface Engineering of Light Alloys, Al, Mg, Ti, Woodhead Publishing Limited, 2010.

عنوان درس به فارسی: خطا در اندازه گیری

عنوان درس به انگلیسی: Error in Measurement

تعداد واحد:۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجو با انواع خطا های کمی و کیفی که در اندازه گیری ها رخ می دهد و نحوه برخورد با ان ها برای ارائه درست داده ها و تجزیه و تحلیل صحیح نتایج.

تعداد ساعت درس: ۱۶ ساعت

سرفصل درس:

- تعریف انواع خطا(سیستماتیک و اتفاقی)
- ماهیت اندازه گیری(گرد کردن اعداد- نامعلومی عددی -- اعداد اهمیت دار – قوانین ضرب، تقسیم، جمع و منها کردن اعداد – دقت نسبی – درصد اختلاف بین اعداد --نحوه نوشتن اعداد بزرگ و کوچک)
- نحوه ارائه داده ها(آشنایی با انواع داده ها و کلیه روش های ارائه داده ها به صورت نموداری و جدول از قبیل انواع نمودار های خطی و ستونی و کاربرد ان ها برای داده های کیفی و کمی گوناگون)
- روش های ارائه داده(دیاگرام پارتو – دیاگرام نقطه ای -- دیاگرام جعبه ای – دیاگرام ساقه و برگ)
- توزیع های فراوانی (دسته بندی داده ها)
- احتمالات (قوانین کلی)
- توزیع احتمال
- توزیع بایتومیال

- توزیع نرمال
- توزیع تی
- نمودارهای کنترل کیفیت
- وابستگی و درجه وابستگی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۵-۲۰	-	آزمون های نوشتاری ٪۸۰-۷۵	-

منابع:

1. Measurement Errors and Uncertainties, Theory and Practice, Rabinovich, Semyon G., Springer, 2005.
2. R. A. Johnson, "Probability and Statistics for Engineers",Prentice-Hall International, Inc, Fifth Edition, 1994.
3. D. C. Baird, "An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design, Prentice Hall, Second Edition, 1988.
4. Tom Cass, "Statistical Methods in Management 1", Cassell, London, Fifth Edition, 1980.

عنوان درس به فارسی:**پدیده های انتقال پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Transport Phenomena

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس

- مروری بر تعریف ویسکوزیته، ویسکوزیته گازها و مایعات، سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی و جریان های آرام و متلاطم
- موازنه انرژی مکانیکی در جریان سیال (معادله برنولی) و کاربردهای آن در فرایندهای متالورژیکی
- موازنه مومنتم
- معادلات پیوستگی و مومنتم و حل معادلات برای فرایندهای جریان سیال
- کاربرد معادلات ناویر- استوکس
- مروری بر مکانیزم های انتقال حرارت (هدایت- جابجایی- تشعشع)
- هدایت حرارتی در حالت پایدار و ناپایدار
- جابجایی اجباری و طبیعی
- معادله کلی انرژی و حل معادله برای مسائل مختلف انتقال حرارت
- انتقال حرارت به روش تشعشع
- اصول مدل سازی ریاضی و تجزیه و تحلیل مدل
- مقدمه ای بر حل عددی معادلات دیفرانسیل انتقال
- مدل سازی فیزیکی

– مثال هایی از مدل های ریاضی و فیزیکی در فرآیندهای متالورژیکی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	۴۰٪	آزمون های نوشتاری : ٪۴۰	٪۱۰
		عملکردی	

منابع

1. D.R. Poirier, G.H. Geiger, "Transport phenomena in materials processing", TMS Publications, (1994).
2. R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot, " Transport phenomena", 2nd ed., John Wiley & Sons, (2007).
3. David R. Gaskell, "An introduction to transport phenomena in materials engineering", 2nd ed., Momentum Press, (2012).
4. F.P. Incropera et al., "Fundamentals of heat and mass transfer", 6th ed., John Wiley & Sons, (2006).

عنوان درس به فارسی: **حفاظت از طریق رنگ و پوشش**

عنوان درس به انگلیسی:Corrosion control through paint and coatings

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:آشنایی تخصصی با حفاظت مواد در برابر خوردگی با استفاده از پوشش‌های متنوع و بررسی توانایی پوشش‌ها در مقایسه با یکدیگر

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- تعاریف، اصطلاحات و آمار
- اجزاء تشکیل دهنده پوشش ها شامل رزین (عامل تشکیل دهنده فیلم)، فیلر، پیگمنت، مواد افزودنی و حلال: مشخصات، وظایف، مکانیزم عملکرد، انواع و نقش هر جزء در عملکرد حفاظتی پوشش ها
- فرمولاسیون و ساخت پوشش ها
- روش های اعمال پوشش ها برروی سطح: مشخصات، انواع و فرایند
- روش های مختلف آماده سازی سطح قبل از پوشش دهی: انواع، مشخصات، استانداردها و تاثیر آنها در عملکرد حفاظتی پوشش
- پوشش های تبدیلی
- پوشش های هیبریدی بر پایه سیلان
- مکانیزم هایی که پوشش ها فلزات را در برابر خوردگی محافظت می نمایند
- رفتار جدایش کاتدی (Cathodic disbonding) پوشش ها

- تنش در فیلم پوشش و نقش آن در عملکرد حفاظتی
- چسبندگی (Adhesion) و هم چسبی (Cohesion): تئوری ها و عوامل موثر برآن
- خواص فیزیکی مکانیکی پوشش ها
- آنالیز نقص (Failure Analysis) در پوشش
- پوشش های پودری (Powder Coatings)
- آزمونهای بررسی رفتار ضدخوردگی پوشش ها: آزمونهای مرسوم و تکنیک های الکتروشیمیایی نظیر طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی و نویز الکتروشیمیایی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	-	آزمون های نوشتاری ٪۷۵	٪۱۵
		عملکردی	

منابع

1. Frogsen, Corrosion Control through organic Coatings, CRC Press, 2006.
2. H. Leidheiser, Corrosion Control by Organic Coatings, NACE, 1981.
3. Rajagopal, Conversion Coatings, McGraw-Hill, 2000.
4. G. Weldon, Failure Analysis of Paints and Coatings, John Wiley and Sons, 2001.
5. P. A. Schweitzer, Paint and Coatings: Applications and Corrosion Resistance, CRC Press, 2006.
6. S. Khanna, High Performance Organic Coatings, Woodhead Publishing Limited, 2008.
7. F. M. Geenen, Characterization of Organic Coatings with Impedance Measurements, PASMANS Publication, Delft, 1991.
8. A. Tracton, Coatings Technology Handbook, CRC Press, 2006.

عنوان درس به فارسی:**تریبولوژی**

عنوان درس به انگلیسی:Tribology

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مبانی تماس انواع سطوح با یکدیگر و نوع سایشی که اتفاق می افتد به همراه مکانیزم های و تئوری های مختلفی که در مباحث تریبولوژیک مطرح هستند.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس :

- مقدمه ای بر تریبولوژی
- ویژگی سطوح و تماس سطحی: زبری سطح، ناهنجاری های سطوح مهندسی
- اصطکاک: قوانین اصطکاک ، اصطکاک چسبنده همراه با تاثیرات فیلم های سطحی و پوشش‌ها بر اصطکاک چسبنده، بزرگ شدن محل اتصال، اصطکاک بوسیله تغییر شکل پلاستیک، تاثیرات نیرو ، سرعت ، محیط ، دما ، ساختار ، فیلم های سطحی و ناهنجاری سطح بر اصطکاک
- محاسبه و اندازه گیری دمای سطح در تریبولوژی
- سایش: سایش چسبنده ، تئوری سایش چسبنده ، انتخاب مواد ، سایش بوسیله تغییر شکل پلاستیک و سایش خراشی ، تئوری مربوطه ، انتخاب مواد، سایش خستگی، سایش خوردگی و شیمیایی ، سایش رفتگی و سایش فرتینگ (تماس نوسانی ریز با دامنه بسیار اندک)
- سایش و اصطکاک روانکاری جامد، سایش و اصطکاک پلیمر ها و سرامیک ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۵	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۵	-
		عملکردی -	

منابع:

1. Engineering Tribology, G. W. Stachowiak and A. W. Batchelor, 4th edition, Elsevier, 2014.
2. Tribology, I. M. Hutchings, 1992

عنوان درس به فارسی:**ممانعت کننده های خوردگی**

عنوان درس به انگلیسی: Corrosion Inhibitors

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با مبانی ممانعت کننده های خوردگی و مکانیزمهای آنها در محیطهای مختلف

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

مقدمه ای بر اصول ممانعت کننده های خوردگی، ممانعت کننده ها و منحنی پلاریزاسیون، سیستمهای آبی، اثرات مواد مختلف حل شده بر روی ممانعت کننده ها، اثرات غلظتهای مختلف نمکها بر ممانعت کننده ها، مکانیزمهای بازدارنده ها در محیطهای اسیدی، بازی و قلیایی، مکانیزم باززدارنده ها در محیطهای غیر آبی، انواع مختلف بازدارنده ها، مکانیزم بازدارنده های فاز بخار، اثر دما بر مکانیزم بازدارنده ها، اثرات همافزایی بازدارنده ها، اثرات ساختار ملکولی بر راندمان بازدارنده ها، کاربرد های بازدارنده ها، و روشهای اعمال بازدارنده ها، مسایل مربوط به کاربرد بازدارنده ها، جنبه های اقتصادی بازدارنده ها، مکانیزمهای مختلف ممانعت کننده ها، اصول جذب بازدارنده های آلی، اصل اسیدها و بازهای نرم و سخت (اصل SHAB) فعل و انفعالات بین بازدارنده های جذب شده، رابط بین میل ترکیبی و راندمان ممانعت کننده ها، مکانیزم ممانعت کننده ها در محیط اسیدی، عملکرد چلاتها بعنوان بازدارنده، بازدارنده های موثر در محیطهای قلیایی و مکانیزم آنها، ممانعت کننده ها برای حفاظت موقت، بازدارنده های موثر برای خوردگی های موضعی و مکانیزم آنها، روشهای آنالیز ممانعت کننده ها و روشهای ارزیابی آنها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۱۰	٪ ۳۰	آزمون های نوشتاری ٪ ۴۰	٪ ۲۰
		عملکردی	

منابع

1. V. S. Sastri, "Green Corrosion Inhibitors: Theory and Practice", 2011.
2. M. Kelly,"Corrosion Inhibitors – Principles, Mechanisms and Applications", 2014.
3. Esther Hart, "Corrosion inhibitors: principles, mechanisms and applications", 2017.
4. V.Cicek, "Types of Corrosion Inhibitors", 2017.
5. V.Cicek, "Chromates: Best Corrosion Inhibitors to Date", 2017.

عنوان درس به فارسی: **خوردگی در صنایع**

عنوان درس به انگلیسی:Corrosion in Industries

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:خوردگی و اهمیت اقتصادی آن، روشهای ارزیابی خسارات خوردگی، خوردگی از نظر ابعاد ایمنی و کاهش ضایعات، مقررات و استانداردهای خوردگی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

مقدمه، خوردگی و رسوبدهی از دیگهای بخار، خوردگی در کندانسورها و مبدلهای حرارتی، خوردگی در توربین های بخار و گاز و پمپها، خوردگی در صنایع نفت، خوردگی در صنایع پتروشیمی، خوردگی میکروبیولوژیکی، خوردگی در خاکها، خوردگی فلزات غیرآهنی در محیطهای طبیعی، خوردگی در ادوات و ابنیه تاریخی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪ ۳۵	آزمون های نوشتاری٪۳۵	٪ ۳۰
		عملکردی-	

منابع:

1. K. Barton, Protection against atmospheric Corrosion, John Wiley, 1976.
2. A.W. Peabody, Control of pipeline Corrosion, NACE, Houston, 1971.
3. T.H. Rogers, Marine Corrosion, London, 1968.
4. G. Butler, and H.C.K. Ison, Corrosion and prevention in Water, Leonard Hill, London, 1966.
5. I.L. Rozenfield, Atmospheric Corrosion of Metals, 1972.

عنوان درس به فارسی: جنبه های مکانیکی خوردگی

عنوان درس به انگلیسی:Mechanically Assisted Corrosion

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:

بررسی تاثیر عوامل مکانیکی نظیر تنش‌های کششی بر فرآیند خوردگی مواد از مهمترین اهداف این درس می باشد.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

اصلی ترین سرفصل‌های این درس عبارتند از مروری بر فرایند شکست مواد، تئوریهای تمرکز تنش در نوک ترک و نحوه توزیع تنش، میانی شکست (شامل: آنالیز تنش در ترک‌ها، رابطه بین سرعت آزاد شدن انرژی و میدان‌های تنش، تجزیه و تحلیل شدت تنش...)، خوردگی توام با تنش (SCC)، خوردگی خستگی (Corrosion Fatigue)، خوردگی فرسایشی (Fretting Corrosion)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	-	آزمون های نوشتاری ٪۶۰	٪۳۰
		عملکردی	

منابع

۱. مروری جامع بر علم خوردگی فلزات، ادوارد مک کافرتی، ترجمه سعیدرضا اله کرم، صادق پورعلی، سید مینا حجازی، محمد مسلمی عقیلی، مشهد، ۱۳۹۳.

2. V.S. Raja and Tetsuo Shoji," Stress Corrosion Cracking", Woodehed Publishing, 2001.

3. Y. Frank Cheng, "Stress Corrosion Cracking of Pipelines", Wiley, 2013.

عنوان درس به فارسی:سمینار

عنوان درس به انگلیسی:Seminar

تعداد واحد:۲

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: اشنا شدن دانشجو با نحوه گرداوری مطالب تئوری و تحقیقاتی با استفاده از روش های متداول روز دنیا در ارتباط با یک موضوع خاص و ارائه مطالب تهیه شده به همراه تجزیه و تحلیل در یک ارائه شفاهی.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

بررسی مطالعاتی در یکی از موضوعات مبوط به انتخاب و شناسایی و خواص مواد مهندسی شامل تهیه لیست اخرین مقالات علمی در زمینه مورد نظر با استفاده از اخرین روش های جستجوی منابع و مراجع علمی، جمع اوری مقالات با انجام مطالعات تئوریک و نقد و بررسی کار های انجام شده و جمع بندی ان ها و نتیجه گیری نهایی – در انجام سمینار هیچگونه ازمایشی صورت نمی گیرد و فقط بررسی و تحلیل مطالبی که توسط دیگر محققان صورت گرفته انجام می شود. موضوع سمینار می بایست متفاوت از عنوان پروژه ارشد بوده ولی می تواند بخشی از مطالعات اولیه پروژه را دربرگیرد. سمینار بعد از تایپ و تدوین در یک جلسه از پیش تعیین شده با حضور استاد راهنما ، سرپرست گرایش و دانشجویان گرایش مربوطه ارائه می گردد.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	ارائه شفاهی ٪۱۰۰	-
		-	

منابع:

1. Analytical Writing, William E. Winner, Morgan and Claypool Publishers, 2013
2. Technical Report Writing Today, Daniel Riordan, 10th Edition, Cengage Learning, 2014
3. How to Write Technical Reports, Hering, Lutz, Hering, Heike, 2010
4. The Craft of Research, Wayne C. Booth and Gregory G. Colomb, 3rd Edition,The university of Chicago press limited, 2008
5. Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills, John M. Swales and E. B. White, 4th Edition, Pearson press, 2000

عنوان درس به فارسی: **آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Characterization of Materials Laboratory

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: انجام و تحلیل آزمایش های عملی در خصوص شناسایی ساختار مواد (فازها، ساختمانهای بلوری و نقایص بلوری) به کمک پراش پرتو ایکس، میکروسکوپی الکترونی روبشی و عبوری و دستگاههای تجزیه شیمیایی مرتبط با آنها.

سرفصل درس: ۳۲ ساعت عملی

- آزمایش طیف سنجی پرتو ایکس
- آزمایش تعیین خطای پهن شدن قله پراش سنج پرتو ایکس و اندازه گیری بلورچه های ساختارهای نانو به روش شرر
- آزمایش اندازه گیری ساختارهای نانو به روش ویلیامسون-هال
- آزمایش تعیین ساختمان بلوری یک نمونه در حالات پودر، فویل و قله با استفاده از پراش پرتو ایکس و بانک اطلاعات پراش مواد
- آزمایش اندازه گیری دقیق ثوابت شبکه بلوری
- آزمایش شناسایی ماده چند فازه به کمک میکروسکوپی الکترونی روبشی و کنتراست های تصویر مختلف و تجزیه شیمیایی فازها و ماده
- آزمایش شکست نگاری (بررسی سطوح شکست ترد و نرم) توسط میکروسکوپی الکترونی روبشی
- آزمایش تعیین الگوی پراش الکترونی و شاخص گذاری آن

- آزمایش شناسایی ساختمانهای بلوری یک ماده دو فازه روی فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری و بررسی مواضع هر فاز
- آزمایش بررسی نقایص بلوری نمونه فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری
- پژوهش جامع شناسایی ساختاریک نمونه مجهول به کمک روش های مختلف (پروژه)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
سؤالات حین ارایه به میزان ۱۰٪ و گزارش های آزمایشها به میزان ۶۰٪	ندارد	ندارد	۳۰٪
		عملکردی	

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **خواص فیزیکی-مکانیکی پلیمرها**

عنوان درس به انگلیسی: Physical-Mechanical Properties of Polymers

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:

آشنایی با کلیات و ویژگیهای اصلی مواد پلیمری، تشکیل فیلم و شکل گیری سازه های پلیمری، بررسی تاثیر خواص فیزیکی و مکانیکی بر رفتار پلیمرها در شرایط گوناگون و بررسی عوامل موثر بر خواص فیزیکی مکانیکی پلیمرها و ارزیابی و تفسیر پارامترهای مستخرج از نمودارهای حاصل از آزمون های فیزیکی مکانیکی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- کلیات پلیمریزاسیون، معرفی انواع و ویژگیها
- ساختار شبکه ای پلیمرها
- وزن مولکولی پلیمرها و توزیع آن
- مخلوط پلیمرها و کوپلیمر
- کریستالیزاسیون
- دمای انتقال شیشه ای (Tg)
- منحنی های تنش کرنش (پارامترهای قابل استخراج، توجیه پدیده های قابل مشاهده در منحنی های تنش کرنش و عوامل موثر بر منحنی های تنش کرنش

- جامد ویسکوالاستیک
- مدول (انواع و عوامل موثر بر مدول)
- تفسیر پارامترهای حاصل آزمون مکانیکی دینامیکی DMA
- مقاومت در برابر ضربه
- پدیده تنش در پلیمرها
- چسبندگی
- تاثیر واکنش های پخت (Curing) بر خواص فیزیکی مکانیکی پلیمر

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	۰	آزمون های نوشتاری ٪۷۵	٪۱۵
		عملکردی	

منابع

1. R.J. Crawford, Plastics Engineering, Third Edition, 1998.
2. L. E. Nielsen, Mechanical properties of polymers and composites, second edition, Marcel Dekker Incorporated, 1994.
3. D. I. Bower, An Introduction to Polymer Physics, Cambridge University Press, 2002.
4. I. M. Ward, An Introduction to the Mechanical Properties of Solid Polymers, John Wiley & Sons Ltd, 2005.

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد – ریخته گری

فصل اول : مشخصات کلی

عنوان رشته

مهندسی مواد - ریخته گری

Materials Engineering - Casting

تعریف رشته

در این مجموعه مطالب و مباحث علمی و تکنیکی مربوط به روش های مختلف ریخته گری بعنوان بخشی از روش های شکل دهی قطعات فلزی مورد بحث و بررسی قرار گرفته و عوامل موثر در چگونگی طراحی و ساخت قطعات و نیز بهینه سازی خواص انها مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

هدف رشته

هدف از برنامه ریزی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مواد- ریخته گری، تربیت نیروی انسانی مورد نیاز مراکز صنعتی، تحقیقاتی و آموزشی می باشد.

ضرورت و اهمیت رشته

دانش فنی ریخته گری با آنکه در کشور ما قدمت چند هزار ساله دارد ولی متاسفانه بنا به عللی، ایران از لحاظ سطح علمی و تکنولوژی در زمره کشور های رده پایین قرار دارد. امروز با توجه به اینکه کشور های پیشرفته صنعتی در زمینه ارتقا این فن و علم تا حدود زیادی خود را بی نیاز حس میکنند و در صدد تامین محصولات ریخته گری مورد نیاز خود را از طریق سرمایه گذاری برای احداث واحد های مربوطه در کشور های در حال رشد می باشد. اولا فرصت خوبی برای تقویت بنیه های علمی و فنی ریخته گری در کشور فراهم شده است ثانیا جذب تکنولوژی های پیشرفته در ریخته گری نیازمند امادگی تخصصی در این زمینه می باشد و ثالثا برای کشور ما که سابقه دیرینه در این رشته از صنایع مادر را دارد فرصت مغتنم است تا با ابداع و تکامل روش ها، مواد و ماشین آلات ریخته گری، خود را در این زمینه در دنیای صنعتی مطرح ساخته و از حیثیت گذشته خود بدرستی دفاع کند. لذا ارائه این دوره به نحو مطلوب در مراکز آموزش عالی میتواند نیروی انسانی و بستر مورد نیاز برای نیل به اهداف فوق را فراهم کرده و نقش مهمی در نیل به خود کفایی علمی و صنعتی که از اهداف نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران است داشته باشد.

نقش و توانایی فارغ التحصیلان

فارغ التحصیلان کارشناسی ارشد مهندسی مواد - ریخته گری میتوانند در زمینه های ذیل فعالیت داشته باشند:

- ابداع و تکامل روش های ریخته گری بر مبنای استاندار های بین المللی کیفیت
- افزایش بهره وری واحد های صنعتی ریخته گری در کشور
- برنامه ریزی و زمینه سازی جهت انتقال تکنولوژی پیشرفته ریخته گری به کشور
- ترویج استفاده از کامپیوتر در مراکز علمی، پژوهشی و صنعتی کشور فعال در زمینه ریخته گری
- طراحی قطعات ریخته گری و انتخاب مواد و روش های ریخته گری مناسب برای تولید انها
- بررسی علل ایجاد عیوب در قطعات ریخته گری و ارائه راههای مناسب برای رفع انها
- تشکیل، هدایت و ارتقا سطح علمی فنی ازمایشگاه های ریخته گری در صنایع و مراکز اموزشی و پژوهشی
- طراحی و برنامه ریزی ذوب و ریخته گری آلیاژهای پیشرفته و جدید مهندسی
- برنامه ریزی در جهت تقویت سطح علمی واحد های صنعتی ریخته گری در کشور
- طراحی واحد های صنعتی ریخته گری
- تشکیل و ارتقا سطح واحد های خدمات مهندسی و مراکزتحقیقاتی ریخته گری
- انجام فعالیت های اموزشی و تحقیقاتی در مراکز اموزش عالی و موسسات تحقیقاتی کشور
- تشکیل و هدایت واحد های تحقیق و توسعه در صنایع ریخته گری
- طراحی و محاسبات سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری برای تولید قطعات ریخته گری بر مبنای اصول علمی جدید
- ترویج استفاده از دانش و فن رباتیک در صنایع ریخته گری به منظور افزایش اتوماسیون و مکانیزاسیون در جهت ارتقا ، بهر وری واحد های تولیدی

طول دوره و شکل نظام

برنامه درسی در این گرایش شامل ۳۲ واحد درسی نظری و عملی بوده، طول دوره ۲ سال است و در ۴ نیمسال برنامه ریزی و اجرا می شود. هر نیمسال شامل ۱۶ هفته آموزشی کامل در نظر گرفته شده است. دروس

نظری به ازای هر واحد ۱۶ ساعت (یک ساعت در هفته) و دروس عملی به ازای هر واحد ۳۲ ساعت (دو ساعت در هفته) تدریس می شوند.

۱- دروس تخصصی: شامل۶ درس به ارزش۱۲ واحد که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۲ واحد درسی هستند.

۲- دروس اختیاری: شامل۱۴ درس به ارزش۲۶ واحد که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۴ واحد درسی از بین آن ها هستند.

۳- دروس جبرانی: شامل۳ درس به ارزش ۸ واحد که دانشجویان در صورت نیاز میتوانند آنها را اخذ نمایند.

۴- پایان نامه: شامل یک پروژه عملی به ارزش ۶ واحد

شرایط و ضوابط ورود به دوره

دارا بودن شرایط عمومی و اختصاصی مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

فصل دوم: جداول دروس

۱- جدول دروس جبرانی

رشته مهندسی مواد- ریخته گری در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	اصول انجماد و ریخته گری	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۲	متالورژی فیزیکی ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۳	شناخت آلیاژهای مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		۸	-	۸	۱۲۸	-	۱۲۸	-

- دانشجویانی که از رشته های غیر از مهندسی متالورژی و مواد هستند موظف به اخذ دروس جبرانی تا سقف ۸ واحد می باشند.

۲- جدول دروس تخصصی

رشته مهندسی مواد - ریخته گری در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	تغییر حالت های متالورژیکی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	مشخصه یابی پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	پدیده های انتقال پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	ریخته گری پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	فرایندهای انجماد پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
	جمع کل	۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۲ واحد از دروس تخصصی می باشند.

۳- جدول دروس اختیاری

رشته مهندسی مواد- ریخته گری در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	مباحث ویژه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	آلیاژهای شیشه ای و غیر کریستالی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	سینتیک پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	شمش ریزی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	کامپوزیت های ریختگی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	خطا در اندازه گیری	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶	-
۷	طراحی مهندسی در ریخته گری	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۸	بررسی های فنی و اقتصادی در ریخته گری	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۹	شبیه سازی فرایند های ریخته گری و انجماد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	پدیده های انتقال پیشرفته
۱۰	مباحثی در ریاضیات مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۱	ترکیبات بین فلزی درآلیاژهای ریختگی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۲	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	مشخصه یابی پیشرفته مواد
۱۳	اصول آنالیز حرارتی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-

۱۴	سمینار	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
	جمع کل	۲۵	۱	۲۶	۴۰۰	۳۲	۴۳۲	

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۴ واحد اختیاری می باشند
- دانشجویان با تشخیص استاد راهنما می توانند از سایر گرایش ها نیز دروس اختیاری اخذ کنند.

فصل سوم: سرفصل های دروس

عنوان درس به فارسی: **ترمودینامیک پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Thermodynamics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مباحث تکمیلی ترمودینامیکی مطرح در رشته مهندسی متالورژی و مواد

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مروری بر ترمودینامیک مواد:

تعادل های همگن و ناهمگن – ترمودینامیک محلول ها – محاسبه کمیت های مولی و اکتیویته محلول ها و محلول های ایده ال – محلول های با قاعده – توابع اضافی – محلول های رقیق – معادله گیبس دوهم در سیستم سه تایی – تغییر دادن حالت استاندارد – ضرائب تاثیر متقابل و پارمتر های تاثیر متقابل – نمودار های منطقه پایداری ترکیبات – نمودارهای انرژی ازاد مولی نسبی یا غلظت و ارتباط ان ها با سیستم های دو تایی – حلالیت و عدم حلالیت – تعادل بین فاز ها با ترکیب متغیر – محاسبات نمودارهای فازی – نمودار های اکتیویته – مول جزیی

- ترمودینامیک اماری:

انتروپی و احتمالات – معادله بولتزمن – انتروپی وضعیتی و انتروپی حرارتی – مدل شبه شیمیایی و سایر مدل ها برای محلول ها – محلول های منظم – نظم بر و کم دامنه در محلول ها – ترمودینامیک سطوح و مرز بین سطوح – انرژی سطحی و کشش سطحی – مرز داخلی و انفصال شیمیایی – انفصال ساختاری در مرز ها – انرژی نابجایی ها –

ترمودینامیک محلول های ابی – رابطه انرژی شیمیایی و الکتریکی – تاثیر غلظت بر نیروی الکترو موتیو – تشکیل پیل ها – نمودار های پوربه

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۲۰ تا ٪۳۰	٪۶۰ تا ٪۷۰	ندارد

منابع:

1. Introduction to the Thermodynamic of Materials, David R. Gaskell, 5th edition, Taylor and Francis Group, 2008
2. Thermodynamics in Materials Science, Robert Dehoff, 2nd Edition, Taylor and Francis Group, 2006

عنوان درس به فارسی: تغییر حالت های متالورژیکی

عنوان درس به انگلیسی: Metallurgical Phase Transformation

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با کلیه تغییر حالت های ممکن فازی در سیستم های متالورژیکی و بررسی ترمودینامیکی و سینتیکی آنها

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

تعریف تغییر حالت - انواع تغییر حالت – تئوری تغییر حالت بر اساس ترمودینامیک اصول تعادل پایدار و نیمه پایدار – طبقه بندی تغییر حالت – تعریف سرعت تغییر حالت – نیروی محرکه برای تغییر حالت – قوانین تعادل ترمودینامیک – انرژ ازاد محرکه و انرژی ازاد تغییر حالت – سرعت تغییر حالت شامل انرژی محرکه حرارتی برای حالتی که فقط یک نوع تغییر اتمی انجام می گیرد(تغییر حالت مدنی) – تغییر حالت اتمی که شامل چند نوع تغییر اتمی هستند(تغییر حالت های ناهمگن) – اصول ماکزیمم سرعت تغییر حالت های تجربی – تعریف سرعت تغییر حالت – روش های اندازه گیری سرعت تغییر حالت – معادلات سرعت تغییر حالت – معادلات سرعت – برای تغییر حالت غیر همگن – انرژی محرکه تجربی و پارامترهای موثر – منحنی های تغییرات زمان – درجه حرارت و تغییر حالت اسپیتدودالی بازیابی و تبلور مجدد – محاسبه سایر پارامترهای ترمودینامیکی – بازیابی – تغییر حالت توام با جوانه زنی و بازیابی – قوانین تبلور مجدد – جوانه زنی در تبلور مجدد – حرکت مرز دانه ها – سرعت رشد دانه ها – تاثیر ناخالصی و فاز دوم در سرعت رشد دانه ها – ساختمان میکروسکوپی حاصل – تغییر حالت تعادل – جوانه زنی هم زمان دو فاز(تغییر حالت پرلیتی) رشد هم زمان دو فاز(پرلیت) – مکانیسم و مشخصات کریستالوگرافی فاز بینابت تغییر حالت دسته جمعی – تغییر حالت منظم به غیرمنظم و قوانین سرعت تغییر حالت – پیر سختی – مناطق جوانه زنی و رشد مناطق – بزرگ شدن رسوبات – تاثیر جاهای خالی اضافی در تغییر حالت (فازهای اولیه ، میانی و ثانویه) – تغییر حالت های بدون نفوذ و جا به جا شدن اتم ها – مشخصات تغییر حالت بدون نفوذ اتم ها –

ترمودینامیک تغییر حالت – جوانه زنی تغییر حالت های مارتنزیتی – خصوصیات سرعت تغییر حالت های مارتنزیتی – کریستالوگرافی تغییر حالت – مارتنزیت در فولاد

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
ندارد	۲۰ تا ۳۰ ٪	۷۰ تا ۸۰ ٪	ندارد

منابع:

1. Phase Transformation in Metals and Alloys, David A. Poter, Kenneth Easterling and M. Y. Sherif, 3rd Edition, Taylor and Francis Group, 2009.
2. Introduction to the Thermodynamic of Materials, David R. Gaskell, 5th edition, Taylor and Francis Group, 2008.
3. Thermodynamics in Materials Science, Robert Dehoff, 2nd Edition, Taylor and Francis Group, 2006.
4. Kinitics of Materials, Robert W. Balluffi, Samuel M. Allen,and W. Craig Carter, John Wiely and Sons Inc, 2005.

عنوان درس به فارسی: **مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Characterization of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: مشخصه یابی و شناسائی ساختار مواد و جلوه های مختلف آن شامل تعیین اندازه و مورفولوژی فازها، بررسی نقایص بلوری و فازها، تعیین چیدمان های اتمی بلوری و غیر بلوری فازها و تجزیه شیمیائی آنها با بهره گیری از میکروسکوپی الکترونی و دستگاههای مرتبط با آن و پراش پرتو ایکس.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- محدودیت میکروسکوپی نوری، پراش و حد تفکیک، پرتو الکترونی و انواع تفنگ های الکترونی، سامانه های تامین خلا، عدسی های مغناطیسی و الکترو استاتیکی، خطاهای عدسی ها، روزنه ها، اندرکنش پرتو الکترونی با مواد و سیگنال ها، ردیابی سیگنال ها.

- پرتو ایکس (مشخصه ها، تولید، انواع، جذب و فیلتر نمودن، اندرکنش با مواد)، پدیده پراش پرتو ایکس توسط چیدمان اتمی بلوری ماده، طیف سنجی پرتو ایکس، ضرایب و عوامل موثر بر شدت پراش ، روش های پراش پرتو ایکس، هندسه های پراش سنجی پرتو ایکس، بانک اطلاعات پراش مواد، تعیین ساختمان بلوری مواد از الگوی پراش، اندازه گیری های کیفی و کمی الگوهای پراش پرتو ایکس، پراش در حالت مطلوب و غیر مطلوب، تحلیل شرر، ویلیامسون-هال، رایتولد، اندازه گیری تنش های باقیمانده و بررسی بافت بلوری.

- میکروسکوپی الکترونی رویشی، بزرگنمایی، حد تفکیک و عمق میدان، سیگنال ها و کنتراست های تصویر آنها، میکروسکوپی تحت خلا محدود و میکروسکوپی محیطی، آماده سازی نمونه.

- میکروسکوپی الکترونی عبوری، تصاویر در میدان روشن و تاریک و پراش الکترونی، کنتراست های دامنه و فاز، الگوهای پراش الکترونی نقطه ای، حلقه ای، کیکوچی و پرتو های همگرا و شاخص گذاری آنها، اثر شکل رسوب بر الگوی پراش الکترونی، آماده سازی نمونه فویل نازک، نظریه های سینماتیکی و دینامیکی پراش و تبیین جلوه های تصویری بر مبنای آنها، کنتراست های نقایص بلوری، بررسی ارتباط بلوری فازها، کنتراست با حد تفکیک بالا یا کنتراست شبکه ای، تعیین ترکیب شیمیایی با طیف سنجی الکترون های انرژی از دست داده .

- تجزیه شیمیائی مواد با استفاده از پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی با استفاده از تفکیک انرژی پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی به کمک تفکیک طول موج پرتو ایکس، تجزیه شیمیایی کیفی و کمی و موارد مصنوعی طیف ها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۳۵	ندارد	آزمون نوشتاری: ٪۳۵	٪۳۰
		عملکردی -	

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918

5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **پدیده های انتقال پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Transport Phenomena

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: طرح مباحث تکمیلی پدیده های انتقال در مهندسی مواد و متالورژی و چگونگی توسعه مدلهای ریاضی و فیزیکی حاکم بر فرایندهای متالورژیکی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مروری بر تعریف ویسکوزیته، ویسکوزیته گازها و مایعات، سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی و جریان های آرام و متلاطم
- موازنه انرژی مکانیکی در جریان سیال (معادله برنولی) و کاربردهای آن در فرایندهای متالورژیکی
- موازنه مومنتم
- معادلات پیوستگی و مومنتم و حل معادلات برای فرایندهای جریان سیال
- کاربرد معادلات ناویر-استوکس
- مروری بر مکانیزم های انتقال حرارت (هدایت- جابجایی- تشعشع)
- هدایت حرارتی در حالت پایدار و ناپایدار
- جابجایی اجباری و طبیعی
- معادله کلی انرژی و حل معادله برای مسائل مختلف انتقال حرارت
- انتقال حرارت به روش تشعشع
- اصول مدل سازی ریاضی و تجزیه و تحلیل مدل

- مقدمه ای بر حل عددی معادلات دیفرانسیل انتقال
- مدل سازی فیزیکی
- مثال هایی از مدل های ریاضی و فیزیکی در فرآیندهای متالورژیکی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	۴۰٪	آزمون های نوشتاری : ٪۴۰	٪۱۰
		عملکردی	

منابع

1. D.R. Poirier, G.H. Geiger, "Transport phenomena in materials processing", TMS Publications, (1994).
2. R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot, "Transport phenomena", 2nd ed., John Wiley & Sons, (2007).
3. David R. Gaskell, "An introduction to transport phenomena in materials engineering", 2nd ed., Momentum Press, (2012).
4. F.P. Incropera et al., "Fundamentals of heat and mass transfer", 6th ed., John Wiley & Sons, (2006).

عنوان درس به فارسی: ریخته گری پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی: Advanced casting process

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: معرفی و تشریح انواع روش های ریخته گری پیشرفته

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

اهداف کلی درس:

- ریخته گری در قالب ریژه شامل کلیات، مزایا و محدودیت ها، آلیاژهای مناسب، ماشین ها، ماهیچه ها، جنس قالب، پوشش قالب، دمای قالب، ذوب ریزی، خارج کردن قطعه از قالب، عیوب
- ریخته گری تحت فشار شامل معرفی، مزایا و محدودیت ها، ماشین ها، انتخاب دستگاه دایکاست، تجهیزات جنبی، قالب ها، انواع قالب، جنس و طراحی قالب، سیستم راهگاهی، دمای قالب، پرداخت قالب، فرسایش قالب، سرعت و فشار تزریق، انتقال مذاب از کوره نگهدارنده به محفظه تزریق، روانکاری قالب، زمان – تناوب ریخته گری، عیوب حاصل در ریخته گری تحت فشار
- ریخته گری گریز از مرکز حقیقی شامل کلیات، آلیاژهای مناسب، شرح روش، انواع روشها، ماشین های گریز از مرکز حقیقی، قالبهای ریخته گری گریز از مرکز حقیقی، تکنولوژی گریز از مرکز حقیقی، خنک کردن قالب ها، دما و روش بارریزی، سرعت چرخش قالب، انجماد قطعات، مزایا و محدودیت ها، عیوب
- ریخته گری کوبشی (فشاری) شامل کلیات، مراحل انجام فرایند، پارامترهای فرایند، جنس قالب و روانکاری آن، انجماد و ساختار قطعات ریختگی، نوع قطعات مناسب، عیوب قطعات تولیدی، مزایا و محدودیت ها، مقایسه ریخته گری کوبشی با روشهای ریخته گری تحت فشار، ریخته گری در قالب ماسه ای و آهنگری

دانشگاه تهران
معاونت آموزشی، گسترش و نظارت آموزشی

- روشهای ریخته گری ضد جاذبه شامل کلیات، بارریزی از پایین به بالا، روشهای ضد جاذبه در قالب های فلزی شامل با فشار پایین و با فشار متوسط، روشهای ضد جاذبه در قالب های ماسه ای شامل نیروی مغناطیسی نیروی خلا و فشار مثبت
- ریخته گری تک بلور و با انجماد جهت دار شامل کلیات، تعرف و خواص تک بلورها، ریخته گری با انجماد جهت دار، ریخته گری صنعتی بلور، روشهای تهیه تک بلورها : چالموز، بویمن و چکوالسکی، مسائل تهیه تک کریستالها
- ریخته گری مداوم شامل کلیات، انواع مقاطع، پاتیل ها، تاریخچه تحولات، اجزاء عمومی، دسته بندی روشها، مداوم ریزی در قالب های متحرک و دوار، اشاره ای به مداوم ریزی در قالب های ساکن باز و بسته، مداوم ریزی بدون قالب

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	٪۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۵	٪۱۵
		عملکردی—	

منابع

1. P. J. Mikelonis, Foundry technology sourcebook, AFS/ASM, 1982
2. E. F. Bradley, High performance casting, ASM, 1989
3. K. Strauss, Applied science in the casting of metals, 2013
4. Metals handbook 9th edition, Vol. 15, Casting, ASM, 1987
5. P. C. Mukherjee, Fundamentals of metal casting technology, 1988
6. N. D. Titov and Y. A. Stepanov, Foundry practice, Mir Publishers, 1981
7. International atlas of casting defects, AFS/ASM, 1993
8. J. Campbell, Casting, Butterworth – Heinemann Publishers, 1991

عنوان درس به فارسی: **فرآیند های انجماد پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Solidification Processings

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آموزش مطالب تکمیلی به دانشجویان در خصوص اصول و مبانی علمی انجماد فلزات و چگونگی تاثیر این موارد بر ریز ساختار و خواص قطعات ریختگی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر پدیده انجماد و اهمیت آن؛ کاربرد انجماد در فرآیند های مختلف مهندسی مواد؛ اصول فیزیکی حاکم بر پدیده انجماد (۱ ساعت)
- ساختار مایعات در مقایسه با ساختار گاز ها و جامدات کریستالی (۱ ساعت)
- ترمودینامیک انجماد؛ شامل یاد آوری و تکمیل مطالب در خصوص انرژی آزاد گیبس؛ تعادل ترمودینامیکی پایدار و شبه پایدار، نیروی محرکه انجماد تحت تبرید سینتیکی؛ اثر عوامل مختلف از قبیل شعاع جبهه انجماد؛ فشار؛ ترکیب درصد عناصر آلیاژی بر میزان تحت تبرید. ترمودینامیکی.(۲ ساعت)
- جوانه زنی همگن و غیر همگن، و در مورد هرکدام از آن ها: محاسبه شعاع بحرانی تخمک برای جوانه زنی، سد انرژی جوانه زنی، سرعت جوانه زنی؛ جوانه زنی دینامیکی، انواع جوانه زا ها و خصوصیات آن ها (۳ ساعت)
- رشد؛ انواع فصل مشترک جامد/مایع؛ مکانیزم های رشد شامل رشد پیوسته؛ رشد دیسکی؛ رشد روی نابجایی های پیچی و رشد روی دو قلویی ها و معرفی روابط مربوط به چگونگی محسبه سرعت رشد در هر مورد . (۳ ساعت)

- انجماد با جبهه مسطح در آلیاژ های تکفازی و معرفی و محاسبه روابط حاکم بر آنها شامل انجماد تعادلی و انواع انجماد غیر تعادلی با در نظر گرفتن میزان اختلاط در مذاب در حال انجماد و چگونگی توزیع عنصر آلیاژی در مذاب ودر جامد و روابط گالیور-شیل و توضیح تکنیک های مختلف جهت این نوع انجماد و رشد تک بلور ها و کاربرد های عملی این نوع انجماد از جمله روش ذوب منطقه ای. (۷ ساعت)
- تحت تبرید غلظتی، شرایط پایداری جبهه انجماد مسطح برای ساخت تک بلور ها، چگونگی تشکیل ساختار سلولی؛ بررسی پروفیل غلظت در مقطع سلول ها، انجماد دندریتی؛ شرایط تحول سلولی به دندریتی؛ ارتباط بین سرعت سرمایش و فاصله بازو های دندریتی، درشت شدن ساختار در حین انجماد(Coarsening) . (۶ ساعت)
- انجماد با جبهه مسطح در آلیاژ های یوتکتیکی، کامپوزیت های درجا شامل ساختار های لایه ای و میله ای و شرایط تشکیل هرکدام از آن ها؛ شبه یوتکتیک های لایه ای و میله ای.(۳ ساعت)
- جدایش ریز و جدایش درشت، انواع، علت ایجاد و راههای جلوگیری یا کاهش اثرات مخرب هر کدام از آن ها. (۳ ساعت)
- ساختار قطعات ریختگی؛ دانه های ستونی و محوری و مکانیزم ها تئوری ها و عوامل موثر در پیدایش آن ها.(۳ ساعت)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	٪۵۰	٪۵۰	ندارد

منابع

1. Solidification Processing, Merton C. Flemings, McGraw-Hill, 1974.
2. Solidification and casting, G.J. Davis, Wiley, 1973.
3. Fundamentals of Solidification, W. Kurz, D.J. Fisher, Trans Tech Publications, 1986.
4. Science and Engineering of Casting Solidification, D.M. Stefanescu, Springer US, 2009.

عنوان درس به فارسی: **آلیاژهای شیشه ای و غیرکریستالی**

عنوان درس به انگلیسی: Amorphous and Non-crystalline Alloys

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس : آشنایی دانشجویان با مفاهیم شیشه، شیشه ای شدن و شیشه فلزات و مطالعه خواص، ساخت، مشخصه یابی و کاربرد شیشه فلزات و آلیاژهای نانوبلور

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مفهوم شیشه، شیشه فلزات و آلیاژهای آمورف
- معرفی BMG ها (Bulk Metallic Glasses)، تاریخچه، خواص و ویژگی های آنها
- مفهوم انتقال شیشه و عوامل مؤثر بر آن
- قابلیت آمورف (شیشه ای) شدن(GFA) Glass Forming Ability
- روش های ساخت و تولید شیشه فلزات
- تبلور (Crystallization)
- رفتار مکانیکی، مکانیزم های تغییر شکل و مشخصه های شکست BMG ها
- خواص فیزیکی BMG ها
- رفتار خوردگی شیشه فلزات
- خواص مغناطیسی شیشه فلزات
- کامپوزیت های بر پایه شیشه فلزات

- تأثیر عناصر آلیاژی در شیشه فلزات حجمی
- کاربردهای BMG
- آلیاژهای نانوبلور
- روش های آنالیز و مشخصه یابی BMG ها
- مباحث ویژه در شیشه فلزات، آلیاژهای آمورف و نانوبلور

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪ ۲۰	آزمون های نوشتاری : ٪۵۰ عملکردی	٪۲۰

منابع

1. C. Suryanarayana and A. Inoue, "Bulk Metallic Glasses", CRC Press, Taylor & Francis Group, (2011).
2. A. Inoue, "Bulk Amorphous Alloys", *Trans Tech Publications Ltd*, Uetikon-Zuerich, Switzerland, (1999).
3. A. Inoue and K. Hashimoto, "Amorphous and Nanocrystaline Alloys: Preparation, Properties and Applications", Springer, Berlin, (2001).
4. "Bulk Metallic Glasses: An Overview", Edited by Michael Miller and Peter Liaw, Springer, New York, (2008).
5. Dieter M. Herlach, Peter Galenko and Dirk Holland-Moritz, " Metastable Solids from Undercooled Melts", Edited by Robert Cahn, PERGAMON MATERIALS SERIES, Elsevier, First edition, (2007).
6. " Non-equilibrium Processing of Materials", Edited by C. Suryanarayana, Pergamon Materials Series, Elsevier Science Ltd, First edition, (1999).

عنوان درس به فارسی: **سینتیک پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced kinetic of materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان با اصول حاکم بر سینتیک فرآیند های شیمیایی و مکانیزم انجام آنها، آشنایی با اصول طراحی راکتورهای شیمیایی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

مرور قوانین سینتیک شیمیایی، روش های تعیین سرعت واکنش ها، بررسی اثر دما و کاتالیزور بر سرعت واکنش ها، سینتیک جذب شیمیایی، مدل های سینتیکی واکنش های سیال – جامد، اصول طراحی راکتورهای شیمیایی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۴۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۳۰	در قالب ارزشیابی مستمر آمده است
		عملکردی	

منابع

۱. سینتیک فرآیندهای متالورژیکی ، فتحی حبشی، ترجمه علی انتظاری-شهرام دانش پژوه، نشر دانشگاهی، ۱۳۹۲.

۲. سینتیک شیمیایی ، غلامعباس پارساقر-بیژن نجفی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۸.

۳. فرآیندهای سینتیکی در مهندسی مواد و متالورژی، خطیب الاسلام صدرنژاد، نشر امیرکبیر، ۱۳۹۲.

۴. مقدمه ای بر سینتیک مهندسی مواد و متالورژی، محمد شیخ شاب بافقی، میثم جلالی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۷.

5. Physical chemistry, Gordon M. Barrow, McGraw-hill book company, sixth Edition, 1996.
6. Octave levenapiel, John wiley& sons , "Chemical Reaction Engineering", 3rd edition, 1999.
7. luis Arnaut, "Chemical kinetics", Elsevier, 2007.

عنوان درس به فارسی: **شمش ریزی**

عنوان درس به انگلیسی: Ingot Casting

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مباحث مربوط به شمش ریزی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- کلیات شامل تعاریف، دسته بندی، انواع شمشها، تفاوتهای شمش و شوشه
- شمش ریزی تکباری فلزات غیرآهنی شامل انواع قالبها، روشهای بارریزی و روشهای تولید شمش
- شمش ریزی تکباری فولادها شامل قالبها، روشهای بارریزی، فولادهای آرام و نا آرام، تغذیه شمشهای فولادی و روشهای تولید شمش
- شمش ریزی مداوم در قالبهای ساکن باز شامل تاریخچه تحولات و انواع روشها برای فولاد و فلزات غیر آهنی
- شمش ریزی مداوم در قالبهای ساکن بسته شامل تاریخچه تحولات و انواع روشها برای فولاد و فلزات غیرآهنی
- عیوب در شمش ریزی شامل عیوب ساختاری، ترکها، مک های گازی، مک های انقباضی، آخالها و عیوب سطحی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
—	٪۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۵	٪۱۵
		عملکردی—	

منابع

1. The making, shaping and treating of steel, USS Corporation, 2016
2. M. C. Boichenko, Continuous casting of steel, 1961
3. J. D. Sharp, Elements of steel making practice, 1966
4. Continuous casting, TMS Conference, 1982
5. Continuous casting of ferrous and nonferrous metals Symposium, The university of Birmangham, UK, 1965
6. Metals handbook 9th edition, Vol. 15, Casting, ASM, 1987
7. E. Hermann, Handbook of Continuous casting, 1980
8. H. Fredriksson, U. Akerlind, Materials processing during casting, 2006
9. P. C. Mukherjee, Fundamentals of metal casting technology, 1988

عنوان درس به فارسی: **کامپوزیت های ریختگی**

عنوان درس به انگلیسی: Cast Composites

تعداد واحد: ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنا سازی و طرح مباحث تئوریک و کاربردی انواع کامپوزیت های مهندسی با زمینه ها و افزودنی های مختلف

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه ای در مورد انواع کامپوزیت ها و دلایل برتری این مواد در مقایسه با مواد متداول مهندسی
- انواع مواد مورد استفاده در کامپوزیت های زمینه فلزی ریختگی به عنوان فاز دوم شامل الیاف: ویسکر ها و ذرات به همراه روشهای تولید و مشخصات ان ها
- معرفی چند فرآیند متداول در تولید کامپوزیت های زمینه فلزی ریختگی شامل روش های اختلاط مستقیم: کامپوکستینگ: اسپری فورمینگ ریخته گری کوبشی: روش های درجا و مذاب خورانی با تشریح پارامتر های مهم تولید که روی خواص نهایی کامپوزیت از جمله ریز ساختار ان موثر اند
- اصول فیزیکی و ترمودینامیکی حاکم بر هرکدام از روش های تولید کامپوزیت های زمینه فلزی ریختگی
- تشریح فرآیند انجماد درهرکدام از روش های تولید کامپوزیت های زمینه فلزی ریختگی با تاکید بر چگونگی تاثیر حضور فاز دوم بر پدیده انجماد از نظر ریز ساختار، تخلخل و جدایش عناصر آلیاژی و همچنین تاثیر متقابل پارامتر های انجماد بر چگونگی توزیع فاز دوم در زمینه فلزی

- بررسی عوامل موثر در کیفیت فصل مشترک در کامپوزیت های ریختگی و تشریح سیستم های فعال و غیر فعال در فصل مشترک مذاب و فاز های تقویت کننده با تاکید بر عوامل موثر بر ترشوندگی تقویت کننده های سرامیکی توسط مذاب های فلزی در هرکدام از سیستم های مذکور.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	٪ ۵۰	٪ ۵۰	ندارد

منابع:

1. Metal Matrix Composites, Karl U. Kainer, John Wiley and Sons Ltd, 2006.
2. Engineered Interfaces in Fiber Reinforced Composites, Jang-Kyo Kim Yiu-Wing Mai, Elsevier, 1998.

عنوان درس به فارسی: **خطا در اندازه گیری**

عنوان درس به انگلیسی: Error in Measurement

تعداد واحد:۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجو با انواع خطا های کمی و کیفی که در اندازه گیری ها رخ می دهد و نحوه برخورد با ان ها برای ارائه درست داده ها و تجزیه و تحلیل صحیح نتایج.

تعداد ساعت درس: ۱۶ ساعت

سرفصل درس:

- تعریف انواع خطا(سیستماتیک و اتفاقی)
- ماهیت اندازه گیری(گرد کردن اعداد- نامعلومی عددی – اعداد اهمیت دار – قوانین ضرب، تقسیم، جمع و منها کردن اعداد – دقت نسبی – درصد اختلاف بین اعداد – نحوه نوشتن اعداد بزرگ و کوچک)
- نحوه ارائه داده ها(آشنایی با انواع داده ها و کلیه روش های ارائه داده ها به صورت نموداری و جدول از قبیل انواع نمودار های خطی و ستونی و کاربرد ان ها برای داده های کیفی و کمی گوناگون)
- روش های ارائه داده(دیاگرام پارتو – دیاگرام نقطه ای – دیاگرام جعبه ای – دیاگرام ساقه و برگ)
- توزیع های فراوانی (دسته بندی داده ها)
- احتمالات (قوانین کلی)
- توزیع احتمال
- توزیع باینومیال

- توزیع نرمال
- توزیع تی
- نمودارهای کنترل کیفیت
- وابستگی و درجه وابستگی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۵-۲۰	-	آزمون های نوشتاری ٪۸۰-۷۵	-

منابع:

1. Measurement Errors and Uncertainties, Theory and Practice, Rabinovich, Semyon G., Springer, 2005.
2. R. A. Johnson, "Probability and Statistics for Engineers",Prentice-Hall International, Inc, Fifth Edition, 1994.
3. D. C. Baird, "An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design, Prentice Hall, Second Edition, 1988.
4. Tom Cass, "Statistical Methods in Management 1", Cassell, London, Fifth Edition, 1980.

عنوان درس به فارسی: **طراحی مهندسی در ریخته گری**

عنوان درس به انگلیسی: Engineering Design in Foundry

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: ارائه نکات جدید و به روز مرتبط با اصول مهم طراحی در ریخته گری قطعات با کیفیت بسیار مطلوب از ابتدا تا انتهای فرآیند و معرفی جدیدترین نکات مهندسی در ریخته گری قطعات

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر ریخته گری قطعات با کیفیت بالا: عوامل اصلی در ریخته گری، عیوب مختلف در ریخته گری، بهبود خواص ریخته گری (اصلاح ترکیبات بین فلزی، اصلاح اندازه دانه و ...)، بررسی روش آماری در شکست قطعات ریختگی.
- اصول طراحی در ریخته گری: انقباض خطی (همگن و ناهمگن) و اعوجاج، پارگی گرم، ترک سرد، تنشهای پسماند
- دقت در ریخته گری: دقت ابزار، دقت قالب، نقطه مرجع و غیره
- دینامیک قالب: تغییرات ابعادی ، فشار گاز در قالب و بر هم کنش بین فلز و قالب
- انقباض و حفرات انقباضی: رفتار انقباضی عمومی، انقباض انجمادی و قوانین تغذیه مذاب

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	٪۲۰
		عملکردی -	

منابع

1. J. Campbell, Castings, Butterworth-Heinemann Publisher, Oxford, 2003.
2. Robert B. Tuttle, Foundry Engineering: The Metallurgy and Design of Castings (Vol. 1), 2012.
3. Several Papers

عنوان درس به فارسی: بررسی های فنی و اقتصادی در ریخته گری

عنوان درس به انگلیسی: Technical and Economical Analysis in Foundry

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: اصول فنی و اقتصادی که باید در ارائه طرح تاسیس یک واحد ریخته گری در نظر گرفته شود.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه و مروری بر اقتصاد مهندسی
- تجزیه و تحلیل قیمت تمام شده مواد اولیه
- بررسی های فنی و اقتصادی روشهای تولید قطعات
- تهیه ترازنامه نامه مالی، بیلان مواد اولیه و جنسی، محاسبه سود و زیان محاسن فنی و اقتصادی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪ ۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	
		عملکردی	

منابع:

1. Introduction of Magnetic Materials, B.D. Callity, 2009.
2. Introduction of Magnetism and magnetic Materials, D. Jiles, 1991.

3. Magnetism and Magnetic Materials, J.M.D. Coey, 2009.

عنوان درس به فارسی: شبیه سازی فرآیندهای ریخته گری و انجماد

عنوان درس به انگلیسی: Simulation of solidification and casting processes

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز یا همنیاز: پدیده های انتقال پیشرفته

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: معرفی اصول و مبانی شبیه سازی فرایندهای ریخته گری و انجماد

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- مقدمه شامل تعاریف، اهداف مدل سازی، مراحل مدل سازی، اهمیت و کاربرد و...
- ساختار یک مدل ریاضی و چگونگی توسعه آن
- مبانی علمی در توسعه مدل ریاضی
- معرفی تکنیک های عددی در حل معادلات حاکم بر فرایندها در مدلسازی ریاضی
- روش اختلاف محدود بر مبنای حجم کنترل برای حل معادلات انتقال
- مطالعات موردی شامل شبیه سازی انجماد، جریان مذاب و انتقال حرارت در فرایندهای ریخته گری
- معرفی اصول و مبانی شبیه سازی فیزیکی و کاربردهای آن
- مطالعات موردی در خصوص شبیه سازی فیزیکی فرایندهای ریخته گری

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	ـــــ	آزمون های نوشتاری : ٪۵۰	٪۴۰
		عملکردی	

منابع

1. S. V. Patankar, "Numerical Heat Transfer and Fluid Flow", Hemisphere Publishing Corporation, USA (1980)
2. O. J. Ilegbusi, M. Iguchi, W. Wahnsidler, "Mathematical and Physical Modeling of Materials
3. Processing Operations", Chapman & Hall/CRC, USA, (2000)
4. J. Szekely, J. W. Evans, J. K. Brimacombe, "The Mathematical and Physical Modeling of
5. Primary Metals Processing Operations", John Wiley & Sons Inc., USA (1988)
6. R. I. L. Guthrie, "Engineering in Process Metallurgy", Oxford University press, USA (1993)

عنوان درس به فارسی: **مباحثی در ریاضیات مهندسی**

عنوان درس به انگلیسی: Topics in Engineering Mathematics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مباحث تکمیلی ریاضیات مهندسی

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- آشنایی با مفهوم فضای برداری
- مفهوم پایه و بعد در فضای برداری
- مولفه های یک بردار –نماد انیشتن
- ضرب اسکالر و پایه ی یکامتعامد
- پایه ی دوگان
- تانسور مرتبه ی دوم به عنوان یک تبدیل خطی
- مقدارها و بردارهای ویژه یک تبدیل خطی
- آشنایی با تانسورهای از مرتبه ی بالاتر
- توابع برداری و تانسوری و حسابان دیفرانسیل ها
- مفهوم مختصات در فضای اقلیدسی و بردارهای مماس
- گرادیان و مشتق های هموردا و پادوردا
- ضرایب کریستوفل

- یادآوری سریها و تبدیل ها و انتگرال های فوریه
- معادله ی گرمای همگن
- معادله ی گرمای ناهمگن
- مفهوم پیوستگی و مشتق پذیری توابع مختلط
- معادله ی لاپلاس دو متغیره و ارتباط آن با معادلات کوشی-ریمان در آنالیز مختلط
- روش های انتگرال گیری توابع مختلط
- احتمال مقدماتی
- متغیرهای تصادفی
- فرآیندهای تصادفی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری ٪۱۰۰	-
		عملکردی -	

منابع

1. S. Ghahramani, Fundamentals of Probability: With Stochastic Processes, CRC Press, 2015.
2. M. Itskov, Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers, Springer, 2015.
3. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 2011.

عنوان درس به فارسی: **ترکیبات بین فلزی در آلیاژهای ریختگی**

عنوان درس به انگلیسی: Intermetallic compounds in cast alloys

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: معرفی ترکیبات بین فلزی، تاریخچه، اهمیت، ساختار و خواص آنها (مکانیزم های استحکام بخشی) و بررسی اثر ترکیبات بین فلزی در سیستم های آلیاژی مختلف

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- آلیاژسازی: مروری بر آلیاژسازی و تاریخچه ترکیبات بین فلزی
- بررسی ترکیبات بین فلزی در فلزات و آلیاژهای مختلف آلومینیم و منیزیم ودیگر آلیاژها (سوپر آلیاژها و تیتانیم و ...).
- ترکیبات بین فلزی جدید و خواص آنها شامل : آلومیناید تیتانیم، آلومیناید آهن، آلومیناید نیکل.
- روش های تولید شامل : ریخته گری و آلیاژسازی مکانیکی.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۷۰	-
		عملکردی -	

منابع

1. Intermetallics, G. Sauthoff, Weinheim, New York, 1995.

2. Intermetallic Compounds – Principles and Practice: Progress, Vol. 3, J.H. Westbrook and R.L. Fleischer, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK, 2002.
3. Structure and properties of Engineering Alloys, W.F. Smith, McGraw-Hill, 1981.
4. Alloying, J.L Walter, M.R. Jackson, C.T. Sims, ASM, 1998.
5. Magnesium and Magnesium Alloys, ASM, 1999.
6. Non-ferrous, Foundrymen's Hamdbook, Foseco, J.R. Brown, Butterworth-Heinemann.
7. Several papers.





عنوان درس به فارسی: **آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Characterization of Materials Laboratory

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز یا همنیاز: روش های پیشرفته مطالعه ساختار مواد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: انجام و تحلیل آزمایش های عملی در خصوص شناسایی ساختار مواد (فازها، ساختمانهای بلوری و نقایص بلوری) به کمک پراش پرتو ایکس، میکروسکوپی الکترونی روبشی و عبوری و دستگاههای تجزیه شیمیایی مرتبط با آنها.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

- آزمایش طیف سنجی پرتو ایکس
- آزمایش تعیین خطای پهن شدن قله پراش سنج پرتو ایکس و اندازه گیری بلورچه های ساختارهای نانو به روش شرر
- آزمایش اندازه گیری ساختارهای نانو به روش ویلیامسون-هال
- آزمایش تعیین ساختمان بلوری یک نمونه در حالات پودر، فویل و فله با استفاده از پراش پرتو ایکس و بانک اطلاعات پراش مواد
- آزمایش اندازه گیری دقیق ثوابت شبکه بلوری
- آزمایش شناسایی ماده چند فازه به کمک میکروسکوپی الکترونی روبشی و کنتراست های تصویر مختلف و تجزیه شیمیایی فازها و ماده
- آزمایش شکست نگاری (بررسی سطوح شکست ترد و نرم) توسط میکروسکوپی الکترونی روبشی
- آزمایش تعیین الگوی پراش الکترونی و شاخص گذاری آن

- آزمایش شناسایی ساختمانهای بلوری یک ماده دو فازه روی فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری و بررسی مواضع هر فاز
- آزمایش بررسی نقایص بلوری نمونه فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری
- پژوهش جامع شناسایی ساختاربک نمونه مجهول به کمک روش های مختلف (پروژه)

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
سؤالات حین ارایه به میزان ٪۱۰ و گزارش های آزمایشها به میزان ٪۶۰	ندارد	ندارد	٪۳۰
		عملکردی	

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **اصول آنالیز حرارتی مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Principles of Thermal Analysis of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان به اصول روش های آنالیز حرارتی مواد و نقش متغیر های موثر در حصول جواب های قابل اطمینان

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

نظری آشنایی کلی با روش های آنالیز حرارتی، آنالیز حرارتی جرم سنجی افتراقی (Differential Thermogravimetry)، متغیر های موثر روی این آزمایش، نحوه مطالعات سینتیکی فرآیندها با این روش، آنالیز حرارتی Differential Thermal analysis (DTA) and Differential scanning calorimetry(DSC)، متغیر های موثر در اخذ جواب مناسب از این روش، نحوه مطالعات سینتیکی با این روش، روش های آنالیز حرارتی هم زمان، TG-DTA، TG-DSC ، روش های شناسایی و آنالیز گازها در دستگاه های آنالیز حرارتی (Evolved gas analysis (EGA) and Evolved gas detection (EGD)، ترکیب روش های EGA و EGD با TG و DSC یا DTA ، روش های آنالیز حرارتی مکانیکی- حرارتی ، Thermodilatometry(TDA), Thermomechanical Analysis (TMA) and Dynamic Thermomechanometry(DMA)، سایر روش های آنالیز حرارتی و روش های کالریمتری در دمای ثابت

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۳۵	٪۲۵
		عملکردی--	

منابع

1. Micheal E. Brown," Introduction to Thermal Analysis Techniques and Applications" Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 2001.
2. Paul Gabbott," Principles and Application of Thermal Analysis" Blackwell publishing, 2008.
3. Robert F. Speyer," Thermal Analysis of Materials" Marcel Dekker INC., 1994.
4. T. Hatakeyama, Z. Liu," Hand Book of Thermal Analysis",John wiley & sons, 1998.
5. P. J. Haines, "Principles of Thermal Analysis and Calorimetry", 2002, RSC.
6. W.W.M. Wendlandt, "Thermal Analysis", 1986, John Wiley & Sons.
7. Stephen Z.D. Cheng" Hand book of Thermal Analysis and Calorimetry" Elsevier, 2002.
8. Joseph D. Menczel and R. Bruce Prime "Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications" Wiley, 2009.

عنوان درس به فارسی: سمینار

عنوان درس به انگلیسی: Seminar

تعداد واحد: ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: اشنا شدن دانشجو با نحوه گرداوری مطالب تئوری و تحقیقاتی با استفاده از روش های متداول روز دنیا در ارتباط با یک موضوع خاص و ارائه مطالب تهیه شده به همراه تجزیه و تحلیل در یک ارائه شفاهی.

تعداد ساعت درس: ۳۲ ساعت

سرفصل درس:

نظری: بررسی مطالعاتی در یکی از موضوعات مربوط به انتخاب و شناسایی و خواص مواد مهندسی شامل تهیه لیست اخرین مقالات علمی در زمینه مورد نظر با استفاده از اخرین روش های جستجوی منابع و مراجع علمی، جمع اوری مقالات یا انجام مطالعات تئوریک و نقد و بررسی کار های انجام شده و جمع بندی ان ها و نتیجه گیری نهایی – در انجام سمینار هیچگونه ازمایشی صورت نمی گیرد و فقط بررسی و تحلیل مطالبی که توسط دیگر محققان صورت گرفته انجام می شود. موضوع سمینار می بایست متفاوت از عنوان پروژه ارشد بوده ولی می تواند بخشی از مطالعات اولیه پروژه را دربرگیرد. سمینار بعد از تایپ و تدوین در یک جلسه از پیش تعیین شده با حضور استاد راهنما ، سرپرست گرایش و دانشجویان گرایش مربوطه ارائه می گردد.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۰	٪۰	به صورت ارائه شفاهی ٪۱۰۰	٪۰

منابع:

1. Analytical Writing, William E. Winner, Morgan and Claypool Publishers, 2013
2. Technical Report Writing Today, Daniel Riordan, 10th Edition, Cengage Learning, 2014
3. How to Write Technical Reports, Hering, Lutz, Hering, Heike, 2010
4. The Craft of Research, Wayne C. Booth and Gregory G. Colomb, 3rd Edition,The university of Chicago press limited, 2008
5. Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills, John M. Swales and E. B. White, 4th Edition, Pearson press, 2000

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد – شکل دادن فلزات

فصل اول: مشخصات کلی

عنوان رشته

مهندسی مواد – شکل دادن فلزات

Materials Engineering – Metals Forming

تعریف رشته

علم شکل دادن فلزات علمی است که در آن اصول و روش های تغییر شکل فلزات شکل پذیر، با اعمال نیرو به آن بررسی می شود. امروزه شکل دهی فلزات به عنوان یکی از روش های مهم ساخت و تولید قطعات محسوب می شود. از این رو شناخت هر چه دقیق تر آن، صنعتگران را به سمت تولید قطعات با کیفیت بالاتر سوق می دهد.

هدف رشته

- تحلیل و طراحی فرآیندهای شکل دادن از قبیل آهنگری، نورد، اکستروژن، شکل دادن ورق و...
- تحلیل اثر پارامترهای مختلف برفرآیندهای شکل دهی فلزات
- تحلیل رفتار میکرو و ماکرو فلزات به هنگام شکل دادن و کنترل ساختار و بهبود خواص مکانیک
- تحلیل قابلیت شکل‌پذیری و کارپذیری سرد و گرم فلزات و آلیاژها

ضرورت و اهمیت رشته

مهندسی متالورژی و مواد جز مهندسی های مادر در کشورها می باشد و با توجه به ظرفیت های ملی، در کشورمان نیز از ضرورت ها می باشد. وجود صنایع بزرگ و کوچک متعدد و فراوان در زمینه مهندسی و علم مواد به خصوص در گرایش شکل دهی فلزات در ایران ضرورت تربیت کارشناسان متخصص برای آنها را روشن می کند. در اکثر صنایع پویا کشور مربوط به فلزات از جمله صنایع فولاد، مس و خودرو سازی از روش های شکل دهی متعددی استفاده می شود.

طول دوره و شکل نظام

برنامه درسی در این گرایش شامل ۳۲ واحد درسی نظری و عملی بوده، طول دوره ۲ سال است و در ۴ نیمسال برنامه ریزی و اجرا می شود. هر نیمسال شامل ۱۶ هفته آموزشی کامل در نظر گرفته شده است. دروس نظری به ازای هر واحد ۱۶ ساعت (یک ساعت در هفته) و دروس عملی به ازای هر واحد ۳۲ ساعت (دو ساعت در هفته) تدریس می شوند.

۱- دروس جبرانی شامل ۳ درس به ارزش ۹ واحد است که دانشجویانی که از رشته های غیر از مهندسی مواد

هستند موظف به اخذ و گذراندن ۹ واحد دروس جبرانی هستند.

۲- دروس تخصصی: شامل ۶ درس به ارزش ۱۲ واحد است که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۲ واحد درسی هستند.

۳- دروس اختیاری: شامل ۱۱ درس به ارزش ۲۰ واحد است که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۴ واحد درسی از بین آن ها هستند.

۴- پایان نامه: شامل یک درس پایان نامه به ارزش ۶ واحد است که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن این ۶ واحد درسی هستند.

شرایط و ضوابط ورود به دوره

دارا بودن شرایط عمومی و اختصاصی مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.

فصل دوم: جداول دروس

۱- جدول دروس جبرانی

رشته مهندسی مواد-شکل دادن فلزات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	خواص مکانیکی مواد۱	۳	-	۳	۴۸		۴۸	-
۲	اصول شکل دادن فلزات	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۳	متالورژی فیزیکی ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
	جمع کل	۹	-	۹	۱۴۴	-	۱۴۴	-

- دانشجویانی که از رشته های غیر از مهندسی مواد هستند موظف به اخذ ۹ واحد دروس جبرانی هستند.

۲- جدول دروس تخصصی

رشته مهندسی مواد – شکل دادن فلزات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	-
۱	مکانیک محیط های پیوسته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	شکل پذیری فلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	مباحثی در ریاضیات مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	تئوری پلاستیسیته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	تغییر شکل گرم فلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	مشخصه یابی پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
	جمع کل	۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	-

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۲ واحد دروس تخصصی هستند.

۳- جدول دروس اختیاری

رشته مهندسی مواد – شکل دادن فلزات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	طراحی قالب به کمک رایانه	۲	-	۲	۳۲		۳۲	-
۲	شکل دادن ورق	۲	-	۲	۳۲		۳۲	-
۳	روش اجزا محدود	۲	-	۲	۳۲		۳۲	-
۴	نفوذ در جامدات	۲	-	۲	۳۲		۳۲	-
۵	یافت و ناهمسانگردی	۲	-	۲	۳۲		۳۲	-
۶	شکل دادن سوپر پلاستیک	۲	-	۲	۳۲		۳۲	-
۷	طراحی تجهیزات پزشکی و ایمپلنت ها	۲	-	۲	۳۲		۳۲	-
۸	سمینار	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۹	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	
۱۰	خطا در اندازه گیری	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶	
۱۱	مباحث ویژه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		۱۹	۱	۲۰	۳۰۴	۳۲	۳۳۶	-

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۴ واحد اختیاری می باشند.
- دانشجویان با تشخیص استاد راهنما می توانند از سایر گرایش ها نیز دروس اختیاری اخذ کنند.

فصل سوم: سرفصل های دروس

عنوان درس به فارسی: مکانیک محیطهای پیوسته

عنوان درس به انگلیسی: Continuum Mechanics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: فراگیری نحوه استخراج روابط اساسی حاکم بر رفتار مواد و نحوه حل مسائل در محدوده الاستیک

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنائی با محاسبات تنسوری
- تنش، کرنش، اصول اساسی حاکم بر رفتار محیطهای پیوسته
- معادلات رفتاری و نحوه فرمول بندی آنها
- روشهای حل در تئوری الاستیسته

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۰	
		عملکردی	

منابع:

1. Introduction to the mechanics of a continuous medium, L.E.Malvern, Prentice-Hall, 1964
2. Elastoplasticity Theory, V.A. Lubarda, CRC, 2002

3. The mechanics of constitutive modeling, N.S. Ottosen and M. Ristinmaa, 2005

عنوان درس به فارسی: **شکل پذیری فلزات**

عنوان درس به انگلیسی: Metals Formability

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: در این درس دانشجویان گرایش شکل دادن فلزات با مفاهیم اصلی شکل پذیری آشنا شده و روشهای مختلف بررسی و اندازه‌گیری شکل پذیری فلزات در شرایط مختلف دمایی، تحت حالات تنشی مختلف را فرا می گیرند.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر شکل پذیری
- آزمون کشش
- آزمون فشردن سرد
- آزمون فشار گرم
- آزمون کشش گرم
- آزمون پیچش گرم
- آزمون و شکل دهی ورق های فلزی
- شکل پذیری در فورجینگ
- شکل پذیری در اکستروژن و کشش سیم
- شکل پذیری در تورد

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۷۰	-
		عملکردی -	

منابع

1. Workability Testing Technics, G.E Dieter, ASM, 1984.

عنوان درس به فارسی: **مباحثی در ریاضیات مهندسی**

عنوان درس به انگلیسی: Topics in Engineering Mathematics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: هدف از این درس ارائه مطالب تکمیلی در ریاضیات جهت استفاده دانشجویان در آموزش و تدوین پروژه های مربوط به آن است. با ارائه این برنامه دانشجو می تواند علاوه بر آگاهی واقعی تر از ریاضیات، از روابط آن برای گسترش و بهینه سازی فرآیندهای صنعتی استفاده نماید.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنایی با مفهوم فضای برداری
- مفهوم پایه و بعد در فضای برداری
- مولفه های یک بردار – نماد انیشتن
- ضرب اسکالر و پایه ی یکامتعامد
- پایه ی دوگان
- تانسور مرتبه ی دوم به عنوان یک تبدیل خطی
- مقدارها و بردارهای ویژه یک تبدیل خطی
- آشنایی با تانسورهای از مرتبه ی بالاتر
- توابع برداری و تانسوری و حسابان دیفرانسیل ها
- مفهوم مختصات در فضای اقلیدسی و بردارهای مماس
- گرادیان و مشتق های همورد و پادورد

- ضرایب کریستوفل
- یادآوری سریها و تبدیل ها و انتگرال های فوریه
- معادله ی گرمای همگن
- معادله ی گرمای ناهمگن
- مفهوم پیوستگی و مشتق پذیری توابع مختلط
- معادله ی لاپلاس دو متغیره و ارتباط آن با معادلات کوشی-ریمان در آنالیز مختلط
- روش های انتگرال گیری توابع مختلط
- احتمال مقدماتی
- متغیرهای تصادفی
- فرآیندهای تصادفی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری ٪۱۰۰ عملکردی -	-

منابع

1. S. Ghahramani, Fundamentals of Probability: With Stochastic Processes, CRC Press, 2015.
2. M. Itskov, Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers, Springer, 2015.
3. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 2011.

عنوان درس به فارسی: **تئوری پلاستیسیته**

عنوان درس به انگلیسی: **Theory of Plasticity**

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: فراگیری نحوه بسط روابط حاکم بر رفتار مواد و نحوه حل مسائل در محدوده پلاستیک در فضای تنش و فضای کرنش

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنائی با روشهای کلاسیک حل مسائل پلاستیسیته در کرنشهای کوچک ،
- آشنائی با مدلهای پیشرفته رفتار مواد
- آشنائی با روشهای حل مسائل پلاستیسیته در کرنشهای بزرگ
- آشنائی با روشهای حل مسائل پلاستیسیته در کرنشهای بزرگ در فضای کرنش
- کریستال پلاستیسیته

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۰	
		عملکردی	

منابع:

1. Continuum theory of plasticity, A.S.Khan and S. Huang, John Wily, 1995
2. Elastoplasticity Theory, V.A. Lubarda, CRC, 2002

عنوان درس به فارسی: تغییر شکل گرم فلزات

عنوان درس به انگلیسی: Hot Deformation of Metals

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف درس: بررسی کلیه مسائل تئوریک مرتبط با تغییر شکل گرم فلزات و آلیاژها از نظر ترمودینامیکی و سینتیکی.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- سینتیک و میکرومکانیزم‌های بازیابی و رشد زیردانه‌ها
- اثر توسعه زیرساختار بر خواص مکانیکی
- تأثیرات ذرات فاز دوم بر روی بازیابی
- تبلور مجدد در آلیاژهای تک‌فاز و قوانین کیفی تبلور مجدد
- عوامل مؤثر بر تبلور مجدد، ریزساختار تبلور مجدد و مکانیزم‌های جوانه‌زنی تبلور مجدد
- تبلور مجدد در آلیاژهای دوفازی، رشد غیرعادی دانه‌ها، بازیابی و تبلور مجدد دینامیک،
- روابط پتیادی تغییرشکل گرم
- تکامل ریزساختار در بازیابی دینامیک، مشخصه‌های تبلور مجدد دینامیکی
- جوانه‌زنی در تبلور مجدد دینامیک،
- تبلور مجدد پیوسته و ناپیوسته
- تبلور مجدد هندسی، تبلور مجدد دینامیک حاصل از چرخش شبکه، تبلور مجدد متادینامیک
- تغییرات بافت در اثر تبلور مجدد دینامیک و استاتیک
- کنترل انواع فرایندهای ترمومکانیکی و نقشه‌های تغییرشکل

- تبلور مجدد در حین فرایندهای تغییر شکل شدید
- عملیات ترمومکانیکی در فولادهای پیشرفته پراستحکام
- عملیات ترمومکانیکی آلیاژهای تیتانیم و بایوآلیاژها
- عملیات ترمومکانیکی آلیاژهای منیزیم و آلومینیوم

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
ندارد	۳۰ تا ۴۰ ٪	۶۰ تا ۷۰ ٪	ندارد

منابع

1. Recrystallization and Related Annealing Phenomena, F. J. Humphreys, M. Hatherly, Pergamon, 2004.
2. Thermo-Mechanical Processing of Metallic Materials, Bert Verlinden, Elsevier Science, 2007
3. Microstructural and Crystallographic Aspects of Recrystallization, Niels Hansen , Risø National Laboratory, 1995.
4. Advances in Hot Deformation Textures and Microstructures, John J. Jonas, 1984.
5. Recrystallization of Metallic Materials, Frank Hassner, Dr. Riederer Verlag, 1978.

عنوان درس به فارسی: مشخصه یابی پیشرفته مواد

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Characterization of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: مشخصه یابی و شناسائی ساختار مواد و جلوه های مختلف آن شامل تعیین اندازه و مورفولوژی فازها، بررسی نقایص بلوری و فازها، تعیین چیدمان های اتمی بلوری و غیر بلوری فازها و تجزیه شیمیائی آنها با بهره گیری از میکروسکوپی الکترونی و دستگاههای مرتبط با آن و پراش پرتو ایکس.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- محدودیت میکروسکوپی نوری، پراش و حد تفکیک، پرتو الکترونی و انواع تفنگ های الکترونی، سامانه های تامین خلا، عدسی های مغناطیسی و الکترو استاتیکی، خطاهای عدسی ها، روزنه ها، اندرکنش پرتو الکترونی با مواد و سیگنال ها، ردیابی سیگنال ها.
- پرتو ایکس (مشخصه ها، تولید، انواع، جذب و فیلتر نمودن، اندرکنش با مواد)، پدیده پراش پرتو ایکس توسط چیدمان اتمی بلوری ماده، طیف سنجی پرتو ایکس، ضرایب و عوامل موثر بر شدت پراش ، روش های پراش پرتو ایکس، هندسه های پراش سنجی پرتو ایکس، بانک اطلاعات پراش مواد، تعیین ساختمان بلوری مواد از الگوی پراش، اندازه گیری های کیفی و کمی الگوهای پراش پرتو ایکس، پراش در حالت مطلوب و غیر مطلوب، تحلیل شرر، ویلیامسون-هال، رایتولد، اندازه گیری تنش های باقیمانده و بررسی بافت بلوری.
- میکروسکوپی الکترونی روبشی، بزرگنمایی، حد تفکیک و عمق میدان، سیگنال ها و کنتراست های تصویر آنها، میکروسکوپی تحت خلا محدود و میکروسکوپی محیطی، آماده سازی نمونه.
- میکروسکوپی الکترونی عبوری، تصاویر در میدان روشن و تاریک و پراش الکترونی، کنتراست های دامنه و فاز، الگوهای پراش الکترونی نقطه ای، حلقه ای، کیکوچی و پرتو های همگرا و شاخص گذاری آنها، اثر شکل رسوب بر الگوی پراش الکترونی، آماده سازی نمونه، فویل نازک، نظریه های سینماتیکی و دینامیکی پراش و تبیین جلوه های تصویری بر

مبنای آنها، کنتراست های نقایص بلوری، بررسی ارتباط بلوری فازها، کنتراست با حد تفکیک بالا یا کنتراست شبکه ای، تعیین ترکیب شیمیایی با طیف سنجی الکترون های انرژی از دست داده .

- تجزیه شیمیائی مواد با استفاده از پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی با استفاده از تفکیک انرژی پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی به کمک تفکیک طول موج پرتو ایکس، تجزیه شیمیایی کیفی و کمی و موارد مصنوعی طیف ها

روش ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
٪۳۰	آزمون نوشتاری: ٪۳۵ عملکردی: -	-	٪۳۵

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **طراحی قالب به کمک رایانه**

عنوان درس به انگلیسی: **Computer assisted mold design**

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: فراگیری نحوه طراحی قالب به کمک رایانه

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنائی با مدلهای ریاضی ساخت یک مدل در رایانه(CAD)
- آشنائی با روشهای کنترل ماشنهای ابزار(CAM)
- آشنائی باروشهای محاسباتی مورد استفاده در طراحی قالب
- آشنائی با روشهای ساخت سریع و یا 3D printing
- آشنائی با اجزاء قالبها
- آشنائی با انواع قالبها و روشهای ساخت آنها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۰	—	آزمون های نوشتاری ٪۲۰	٪۴۰
		عملکردی ٪۲۰	

منابع:

1. Carl Machover, "The CAD/CAM handbook",McGraw-Hill, 1996
2. D.F.Rogers & J.A.Adams, "Mathematical elements for computer graphics", McGraw-Hill, 1996
3. A.J.Medland & P. Burnett, "CADCAM in practice", Kogan page, 1986
4. Hiroaki Chiyokura, "Solid Modeling with designbase, Theory and Implementation", Addison-Wesley, 1988

عنوان درس به فارسی: **شکل دادن ورق**

عنوان درس به انگلیسی: Sheet forming

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با روشهای محاسبه تنش، کرنش ، نیروی مورد نیاز برای تغییر شکل ورق به همراه آشنائی با روشهای اندازه گیری و محاسباتی شکل پذیری ورق

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مشتقات در سیستمهای سطوح منحنی
- تنش و کرنش در خصوص سطوح منحنی
- تئوری پوسته ها
- تغییر شکل پلاستیک پوسته ها
- شکل پذیری ورق
- منحنی های FLD
- کاربرد منحنی های FLD در طراحی پوسته ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۰	
		عملکردی	

منابع

1. W. Flugge, "Tensor analysis and continuum Mechanics", 1972, Springer.
2. Z. Marciniak,J.L. Duncan,S.J. Hu, "Mechanics of Sheet Metal Forming", 2002, Butterworth Heinemann.
3. D. Banabic, "Sheet Metal Forming Processes", 2010, Springer.
4. W. C. Emmens, "Formability", 2011, Springer.

عنوان درس به فارسی: **روش اجزاء محدود**

عنوان درس به انگلیسی: Finite Element Methods

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس:

معرفی روش اجزاء محدود در مسائل مهندسی، مروری در مفاهیم ماتریس ها، اصول فرموله کردن به روش تغییر، روش اجزا ء محدود در محاسبه تنش، کرنش، رفتار و هندسه یک جزء یک بعدی، دو بعدی، سه بعدی. روش مخلوط و روش هیبرید.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر روش اجزاء محدود، تاریخچه و کاربرد آن، مزایا و نرم افزار های تخصصی و کلی آن.
- مروری بر مفاهیم تحلیلی ماتریس ها و الاستیسیته دو بعدی.
- فرموله کردن ماتریسی یک بعدی سفتی با استفاده از معادلات تعادل و انرژی
- فرموله کردن ماتریسی دو بعدی سفتیبک جزء مثلثی شکلبا استفاده از معادلات تعادل و انرژی
- فرموله کردن نحوه مونتاژ اجزاء مثلثی و محاسبه تنش و کرنش یک صفحه تحت تنش و یا کرنش.
- فرموله کردن اجزاء مثلثی صفحه ای با استفاده از مختصات طبیعی
- فرموله کردن ماتریس دو بعدی سفتی یک جزء مربع مستطیلی، مونتاژ اجزاء مربع مستطیلی با استفاده از مختصات طبیعی در صفحه تحت تنش و یا کرنش.
- فرموله کردن ماتریس سه بعدی سفتی یک جزء مکعب مستطیلی، مونتاژ اجزاء مکعب مستطیلی با استفاده از مختصات طبیعی در هندسه سه بعدی تحت تنش و یا کرنش.

- فرموله کردن روش اجزاء محدود برای حل مسائل غیر خطی
- فرموله کردن روش اجزاء محدود برای حل مسائل تنش های حرارتی
- فرموله کردن روش اجزاء محدود با استفاده از روش گالرکین
- روش های مخلوط و هیبرید در خمش صفحه ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۵	٪ ۲۵	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۵	٪ ۱۵
		عملکردی	

منابع

1. An Introduction to the Finite Element Method, J N Reddy, 3rd Edition, 784 pages; *Publisher*: McGraw-Hill Education; January 11, 2005.
2. The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element analysis, Thomas J. R. Hughe, 3rd Edition, 896 pages, Publisher: MHI; ISBN-10: 0070607419, ISBN-13: 978-0070607415, 2006.
3. The Finite Element Method, Volume 1: The Basis, O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, 5th Edition, Publisher: Butterworth-Heinemann, ISBN 0 7506 5049 4, 2000.
4. Finite Element Analysis, S. S. Bhavikatti, 3rd Edition, 348 pages, Publisher: New Age international, New Delhi, ISBN: 978-81-224-3671-6, 2015.
5. Finite Element Method, Klaus-Jurgen Bathe, Publisher: Klaus-Jurgen Bathe, ISBN-10: 097900490X, ISBN-13: 978-0979004902, February 15, 2007.
6. A First Course in the Finite Element Method, Daryl L. Logan, 6th Edition, 976 pages, *Publisher*: Boston, MA, Cengage Learning; ISBN:1305635116 9781305635111 9781305637344 1305637348, January 1, 2017.
7. Introduction to Finite Element Methods, P.N. Godbole, 1st Edition, 400 pages, Publisher: IK International Publishing House, New Delhi, ISBN: 9789382332206, 2013.
8. Finite Element Procedures, Klaus-Jurgen Bathe, 2nd Edition, 1043 pages, Publisher: Amazon, ISBN-10: 0979004950, ISBN-13: 978-0979004957, August 25, 2014.

عنوان درس به فارسی: نفوذ در جامدات

عنوان درس به انگلیسی: Diffusion In Solids

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- قوانین اول و دوم فیک
- حل قانون دوم فیک برای چند حالت خاص (شامل: زوج نامحدود، فیلم نازک، سیستم نیمه بینهایت و نفوذ در یک تختال(slab) و زمان های کوتاه)
- رسوب‌گذاری
- تسهیل نفوذ توسط اعمال تنش
- نرخ استحاله‌های فازی بر اساس روابط نفوذ (دو روش Gaskel و Sinha)
- تئوری اتمی نفوذ
- مکانیزم‌های نفوذ
- تاثیر فشار هیدرواستاتیک بر نفوذ
- نفوذ در آلیاژهای رقیق
- نفوذ ناخالصی در فلزات خالص
- ضرایب نفوذ (در خود، ذاتی و درهم (شیمیایی))
- پدیده کرکندال
- روابط دارکن

- نفوذ در آلیاژهای سه تایی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
ندارد	٪ ۳۰ تا ۴۰	٪ ۶۰ تا ۷۰	ندارد

منابع

1. Diffusion in solids, P.G. Shewman, 1989 TMS
2. An introduction to solid state diffusion, Richard J. Borg, G. J. Diense, 1988
3. Phase transformation in metals & alloys, D. A. porter, K. E. Easterling, 1993
4. Physical metallurgy principles, R. E. Reedhill, R. Abaschian, 1992
5. Diffusion in solids (fundamentals, method materials, Diffusion controlled process), Helmut Mehrer, 2007
6. Diffusion in solids, field theory, solid state principle & applications, Martin Eden Glicksman, John wiley sons, 2000
7. (For PHD): The mathematicals of diffusion, J. Crank, 1975

عنوان درس به فارسی: **بافت و ناهمسانگردی**

عنوان درس به انگلیسی: Texture and Anisotropy

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: **ندارد**

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس:

در این درس آنالیز کیفی و کمی بافت و ناهمسانگردی سیستمهای فلزی بیان می شود. روشهای اندازه گیری بافت در مواد نیز تدریس می شود. این درس برای دانشجویان کارشناسی ارشد گرایشهای شناسایی و انتخاب مواد و شکل دادن فلزات و دانشجویان دکترا طراحی شده است.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- نحوه نمایش بافت و جهات کریستالی
- اجزاء مختلف بافت و زوایای اویلر
- توزیع جهات کریستالی در بافت
- اثر تقارن در بافت های کریستالی
- اندازه گیری بافت توسط روش X-Ray
- جهات کریستالی در مرز دانه ها
- اندازه گیری بافت توسط روش EBSD
- بافت های مرسوم در فلزات و آلیاژ ها
- فرآیند های نورد، اکستروژن، پیچش، کشش سیم و فرآیند.های تغییر شکل شدید

- پلاستیسیته تک کریستال و پلی کریستال ها
- نا همسانگردی پلاستیک
- معرفی و نحوه کار با نرم افزار popLA جهت نمایش بافت کریستالی در فلزات

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
ندارد	ندارد	آزمون های نوشتاری ۴۰٪	سمینار ۳۰٪
		عملکردی ۳۰٪	

منابع

1. V. Randle, O. Engler, "Introduction to Texture Analysis: Macrotexture, Microtexture and Orientation Mapping", CRC Press
2. U.F. Kocks, C.N. Tomé, H.-R. Wenk, "Texture and Anisotropy", Cambridge University Press
3. Recrystallization and Related Annealing Phenomena, F.J. Humphreys, M. Hatherly

عنوان درس به فارسی: **شکل دادن سوپرپلاستیک**

عنوان درس به انگلیسی: Superplastic Forming

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با قابلیت سوپر پلاستیسیته، اصول و مکانیزم های حاکم بر تغییرشکل سوپر پلاستیک، روش های تولید مواد دارای قابلیت سوپر پلاستیک و مکانیزم های پایه ای مورد استفاده در تولید این مواد، بررسی مکانیزم های تغییرشکل در دمای بالا، و خواص و کاربردهای مواد دارای قابلیت سوپر پلاستیک و تغییرشکل سوپر پلاستیک

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- ضریب حساسیت به نرخ کرنش و ناپایداری پلاستیک
- مکانیزم های تغییر شکل در دمای بالا و خزش و معادلات رفتاری
- قابلیت سوپر پلاستیک و عوامل موثر بر آن
- قابلیت سوپر پلاستیک در نرخ کرنش بالا و دمای پایین
- فرآوری مواد با قابلیت سوپر پلاستیک
- تغییرشکل سوپر پلاستیک، روش ها و کاربردهای آن

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪۳۵	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	٪۱۵
		عملکردی ۰	

منابع

1. G. Giuliano, Superplastic forming of advanced metallic materials, Woodhead Publishing, 2011.
2. O.A. Kaibyshev, Superplasticity of Alloys, Intermetallides and Ceramics, Springer-Verlag, 1992.

عنوان درس به فارسی: **طراحی تجهیزات پزشکی و ایمپلنت ها**

عنوان درس به انگلیسی: Design of Medical Devices and Implants

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با کاربرد های مواد زیستی در مهندسی مواد و شکل دهی فلزات

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه بر بایو متریال
- فلزات زیست سازگار
- سرامیک های زیست سازگار
- پلیمرها و کامپوزیت های زیست سازگار
- بافت و رفتار مکانیکی آن
- اصول طراحی ایمپلنت ها و تجهیزات پزشکی
- طراحی و ساخت وسایل و تجهیزات مربوط به: ارتوپدی، قلب و رگ ها، فک و صورت

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۲۰	آزمون های نوشتاری ٪۳۰ عملکردی	٪۳۰

منابع:

1. Mechanics of Biomaterials: Fundamental Principles for Implant Design, Lisa A.Pruitt , Ayyana M. Chakravartula
2. Biomaterials for Implants and Scaffolds, Qing Li, Yiu-Wing Mai, 2017
3. Biomaterials Principles and Applications, Joon B. Park, Joseph D. Bronzino, 2002
4. Biomaterials, Joon B. Park, Roderic S. Lakes, 2007
5. Biomaterials and Ttissue Engineering, D.Shi, 2004
6. Introduction to Biomaterials, J.I.Ong and M.R.Appleford

عنوان درس به فارسی: سمینار

عنوان درس به انگلیسی: Seminar

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنا شدن دانشجو با نحوه گردآوری مطالب تئوری و تحقیقاتی با استفاده از روش های متداول روز دنیا در ارتباط با یک موضوع خاص و ارائه مطالب تهیه شده به همراه تجزیه و تحلیل در یک ارائه شفاهی.

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- بررسی مطالعاتی در یکی از موضوعات مبوط به انتخاب و شناسایی و خواص مواد مهندسی شامل تهیه لیست اخرین مقالات علمی در زمینه مورد نظر با استفاده از اخرین روش های جستجوی منابع و مراجع علمی
- جمع اوری مقالات،با انجام مطالعات تئوریک و نقد و بررسی کار های انجام شده و جمع بندی ان ها و نتیجه گیری نهایی
- در انجام سمینار هیچگونه ازمایشی صورت نمی گیرد و فقط بررسی و تحلیل مطالبی که توسط دیگر محققان صورت گرفته انجام می شود.
- موضوع سمینار می بایست متفاوت از عنوان پروژه ارشد بوده ولی می تواند بخشی از مطالعات اولیه پروژه را دربرگیرد.
- سمینار بعد از تایپ و تدوین در یک جلسه از پیش تعیین شده با حضور استاد راهنما ، سرپرست گرایش و دانشجویان گرایش مربوطه ارائه می گردد.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	به صورت ارائه شفاهی: -	-
		عملکردی: ۱۰۰	

منابع:

1. Analytical Writing, William E. Winner, Morgan and Claypool Publishers, 2013

2. Technical Report Writing Today, Daniel Riordan, 10th Edition, Cengage Learning, 2014
3. How to Write Technical Reports, Hering, Lutz, Hering, Heike, 2010
4. The Craft of Research, Wayne C. Booth and Gregory G. Colomb, 3rd Edition, The university of Chicago press limited, 2008
5. Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills, John M. Swales and E. B. White, 4th Edition, Pearson press, 2000





عنوان درس به فارسی: **آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Characterization of Materials Laboratory

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: انجام و تحلیل آزمایش های عملی در خصوص شناسایی ساختار مواد (فازها، ساختمانهای بلوری و نقایص بلوری) به کمک پراش پرتو ایکس، میکروسکوپی الکترونی روبشی و عبوری و دستگاههای تجزیه شیمیایی مرتبط با آنها

تعداد ساعت درس: ۱۶

سرفصل درس:

- آزمایش طیف سنجی پرتو ایکس
- آزمایش تعیین خطای پهن شدن قله پراش سنج پرتو ایکس و اندازه گیری بلورچه های ساختارهای نانو به روش شرر
- آزمایش اندازه گیری ساختارهای نانو به روش ویلیامسون-هال
- آزمایش تعیین ساختمان بلوری یک نمونه در حالات پودر، فویل و فله با استفاده از پراش پرتو ایکس و بانک اطلاعات پراش مواد
- آزمایش اندازه گیری دقیق ثوابت شبکه بلوری
- آزمایش شناسایی ماده چند فازه به کمک میکروسکوپی الکترونی روبشی و کنتراست های تصویر مختلف و تجزیه شیمیایی فازها و ماده
- آزمایش شکست نگاری (بررسی سطوح شکست ترد و نرم) توسط میکروسکوپی الکترونی روبشی
- آزمایش تعیین الگوی پراش الکترونی و شاخص گذاری آن
- آزمایش شناسایی ساختمانهای بلوری یک ماده دو فازه روی فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری و بررسی مواضع هر فاز
- آزمایش بررسی نقایص بلوری نمونه فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری

- پژوهش جامع شناسایی ساختاریک نمونه مجهول به کمک روش های مختلف (پروژه)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
سؤالات حین ارایه: ۱۰٪ گزارش های آزمایشها: ۶۰٪	-	آزمون نوشتاری: - عملکردی: -	۳۰٪

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **خطا در اندازه گیری**

عنوان درس به انگلیسی: Error in Measurement

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجو با انواع خطا های کمی و کیفی که در اندازه گیری ها رخ می دهد و نحوه برخورد با ان ها برای ارائه درست داده ها و تجزیه و تحلیل صحیح نتایج.

تعداد ساعت درس: ۱۶

سرفصل درس:

- تعریف انواع خطا (سیستماتیک و اتفاقی)
- ماهیت اندازه گیری(گرد کردن اعداد- نامعلومی عددی – اعداد اهمیت دار – قوانین ضرب، تقسیم، جمع و منها کردن اعداد – دقت نسبی – درصد اختلاف بین اعداد – نحوه نوشتن اعداد بزرگ و کوچک)
- نحوه ارائه داده ها(آشنایی با انواع داده ها و کلیه روش های ارائه داده ها به صورت نموداری و جدول از قبیل انواع نمودار های خطی و ستونی و کاربرد ان ها برای داده های کیفی و کمی گوناگون)
- روش های ارائه داده(دیاگرام پارتو – دیاگرام نقطه ای – دیاگرام جعبه ای – دیاگرام ساقه و برگ)
- توزیع های فراوانی (دسته بندی داده ها)
- احتمالات (قوانین کلی)
- توزیع احتمال
- توزیع باینومیال
- توزیع نرمال
- توزیع تی
- نمودارهای کنترل کیفیت
- وابستگی و درجه وابستگی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۵-۲۰	-	آزمون های نوشتاری: ۷۵-۸۰٪	ندارد-
		عملکردی: -	

منابع:

1. Measurement Errors and Uncertainties, Theory and Practice, Rabinovich, Semyon G., Springer, 2005.
2. R. A. Johnson, "Probability and Statistics for Engineers", Prentice-Hall International, Inc, Fifth Edition, 1994.
3. D. C. Baird, "An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design, Prentice Hall, Second Edition, 1988.
4. Tom Cass, "Statistical Methods in Management 1", Cassell, London, Fifth Edition,

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد – شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

فصل اول: مشخصات کلی

عنوان رشته:

مهندسی مواد- شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

Materials Engineering - Characterization and Selection of Engineering Materials

تعریف رشته

مهندسی مواد - شناسایی و انتخاب مواد مهندسی مجموعه ای از دروس نظری، آزمایشگاهی پیشرفته و پروژه تحقیقاتی است که به منظور طراحی و بهینه سازی مواد مهندسی و پژوهش در خواص و ارتباط با روش ساخت آن ها برنامه ریزی شده است.

هدف رشته

آشنا سازی دانشجویان با ماهیت ذاتی مواد مهندسی با استفاده از روش های پیشرفته آنالیز، بررسی های متالوگرافیک نوری و الکترونی(روبشی و عبوری)، طرح مسائل ترمودینامیکی و سینتیکی تغییر های فازی متالورژیکی به هنگام انجماد مواد، طرح روش های پیشرفته در تولید قطعات مهندسی، بررسی های سطوح شکست و علت یابی آن، رفتار سطوح مواد مهندسی در حین سایش در مقابل یکدیگر و ....

ضرورت و اهمیت رشته

امروزه با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی در اکثر زمینه های مهندسی و علوم مرتبط، نیاز به مواد مهندسی جدید با توانایی کارکرد مطلوب در شرایط ویژه کاری بیش از پیش دیده می شود: لذا، نیاز به متخصصینی است که، بتوانند با داشتن علم و شناخت کافی از ماهیت، خواص و رفتار مواد مهندسی و با توجه به مسائل زیست محیطی، بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه های تولید ضمن بهبود خواص مواد موجود در طراحی و تولید مواد جدید نقش موثری داشته باشند.

نقش و توانایی فارغ التحصیلان

فارغ‌التحصیلان این گرایش با دانشی که بعداز گذراندن این دوره به دست می آورند می توانند در کلیه مراکز علمی و تحقیقاتی / پژوهشی که با طراحی، خواص، انتخاب و توسعه مواد مهندسی مختلف سروکار دارند مشغول به کار شوند.

طول دوره و شکل نظام

برنامه درسی در این گرایش شامل ۳۲ واحد درسی نظری و عملی بوده، طول دوره ۲ سال است و در ۴ نیمسال برنامه ریزی و اجرا می شود. هر نیمسال شامل ۱۶ هفته آموزشی کامل در نظر گرفته شده است. دروس نظری به ازای هر واحد ۱۶ ساعت (یک ساعت در هفته) و دروس عملی به ازای هر واحد ۳۲ ساعت (دو ساعت در هفته) تدریس می شوند.

۱- دروس جبرانی: شامل ۴ درس به ارزش۱۲ واحد (۴ درس ۳ واحدی) که دانشجویان در صورت نیاز می تواند آن ها را اخذ نمایند.

۲-دروس تخصصی: شامل ۷ درس به ارزش۱۲ واحد (۵ درس ۲ واحدی و ۲ درس ۱ واحدی)

۳- دروس اختیاری: شامل۲۸ درس ۲ واحدی به ارزش کل ۵۶ واحد که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن ۱۴ واحد درسی از بین آن ها هستند.

۴- پایان نامه: شامل یک درس پایان نامه به ارزش ۶ واحد که دانشجویان موظف به اخذ و گذراندن این ۶ واحد درسی هستند.

شرایط و ضوابط ورود به دوره

دارا بودن شرایط عمومی و اختصاصی مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.

فصل دوم: جداول دروس

۱- جدول دروس جبرانی

رشته مهندسی مواد- شناسایی و انتخاب مواد مهندسی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	شیمی فیزیک مواد	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۲	متالورژی فیزیکی۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۳	خواص مکانیکی مواد۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۴	ترمودینامیک مواد ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
جمع کل		۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	-

- دانشجویانی که از رشته های غیر از مهندسی هستند موظف به اخذ دروس جبرانی تا سقف ۶ واحد می باشند.

۲- جدول دروس تخصصی

رشته مهندسی مواد- شناسایی و انتخاب مواد مهندسی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	مشخصه یابی پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	-
۴	خطا در اندازه گیری	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶	-
۵	تغییر حالت های متالورژیکی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	فرایند های انجماد پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۷	نفوذ در جامدات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		۱۱	۱	۱۲	۱۷۶	۳۲	۲۰۸	-

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۲ واحد دروس تخصصی هستند.

۳- جدول دروس اختیاری

رشته مهندسی مواد- شناسایی و انتخاب مواد مهندسی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیشنیاز/ همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	انتخاب مواد مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	تریبولوژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	کامپوزیت ها	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	ریخته گری پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	شکست و خستگی در فلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	مکانیزم های مقاوم شدن	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۷	تغییر شکل گرم فلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۸	مواد مغناطیسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۹	روش های نوین ساخت و تولید	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۰	خزش	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۱	زیست فناوری در مهندسی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۲	مکانیک محیط های پیوسته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۳	روش اجزاء محدود	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۴	خواص فیزیکی/مکانیکی پلیمر ها	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۵	مواد فوق ریز دانه و نانو ساختار	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۶	ریخته گری پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۷	متالورژی پودر پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۸	مباحثی در ریاضیات مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-

۱۹	انرژی هسته ای	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۰	بافت و نامهسانگردی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۱	مهندسی سطح پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۲	مواد و انرژی های تجدید پذیر	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۳	مواد الکترونیک پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۴	فیزیک مدرن پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۵	اصول آنالیز حرارتی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۶	تئوری و مهندسی مرزدانه ها	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۷	سمینار	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۸	مباحث ویژه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
	جمع کل	۵۴	-	۵۴	۸۶۴	-	۸۶۴	-

- دانشجویان موظف به اخذ ۱۴ واحد اختیاری می باشند
- دانشجویان می توانند به صلاحدید استاد راهنما از دروس اختیاری سایر گرایشها درس اخذ نمایند

فصل سوم: سرفصل های دروس

عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Thermodynamics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مباحث تکمیلی ترمودینامیکی مطرح در رشته متالورژی و مهندسی مواد

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مروری بر ترمودینامیک مواد:

تعادل های همگن و ناهمگن ، ترمودینامیک محلول ها ، محاسبه کمیت های مولی و اکتیویته محلول ها و محلول های ایده ال ، محلول های با قاعده ، توابع اضافی ، محلول های رقیق ، معادله گیبس دوهم در سیستم سه تایی ، تغییر دادن حالت استاندارد ، ضرائب تاثیر متقابل و پارمتر های تاثیر متقابل ، نمودار های منطقه پایداری ترکیبات ، نمودارهای انرژی ازاد مولی نسبی با غلظت و ارتباط ان ها با سیستم های دو تایی ، حلالیت و عدم حلالیت ، تعادل بین فاز ها با ترکیب متغیر ، محاسبات نمودارهای فازی ، نمودار های اکتیویته ، مول جزیی

- ترمودینامیک اماری:

انتروپی و احتمالات ، معادله بولتزمن ، انتروپی وضعیتی و انتروپی حرارتی ، مدل شبه شیمیایی و سایر مدل ها برای محلول ها ، محلول های منظم ، نظم پر و کم دامنه در محلول ها ، ترمودینامیک سطوح و مرز بین سطوح ، انرژی سطحی و کشش سطحی ، مرز داخلی و انفصال شیمیایی ، انفصال ساختاری در مرز ها ، انرژی نابجایی ها ، ترمودینامیک محلول

های ابی . رابطه انرژی شیمیایی و الکتریکی . تاثیر غلظت بر نیروی الکترو موتیو . تشکیل پیل ها . نمودار های پوریه

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	۲۰ تا ۳۰ ٪	۶۰ تا ۷۰ ٪	ندارد

منابع:

1. Introduction to the Thermodynamic of Materials, David R. Gaskell, 5th edition, Taylor and Francis Group, 2008
2. Thermodynamics in Materials Science, Robert Dehoff, 2nd Edition, Taylor and Francis Group, 2006

عنوان درس به فارسی: مشخصه یابی پیشرفته مواد

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Characterization of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: مشخصه یابی و شناسائی ساختار مواد و جلوه های مختلف آن شامل تعیین اندازه و مورفولوژی فازها، بررسی نقایص بلوری و فازها، تعیین چیدمان های اتمی بلوری و غیر بلوری فازها و تجزیه شیمیائی آنها با بهره گیری از میکروسکوپی الکترونی و دستگاههای مرتبط با آن و پراش پرتو ایکس.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- محدودیت میکروسکوپی نوری، پراش و حد تفکیک، پرتو الکترونی و انواع تفنگ های الکترونی، سامانه های تامین خلا، عدسی های مغناطیسی و الکترو استاتیکی، خطاهای عدسی ها، روزنه ها، اندرکنش پرتو الکترونی با مواد و سیگنال ها، ردیابی سیگنال ها.

- پرتو أیکس (مشخصه ها، تولید، انواع، جذب و فیلتر نمودن، اندرکنش با مواد)، پدیده پراش پرتو ایکس توسط چیدمان اتمی بلوری ماده، طیف سنجی پرتو ایکس، ضرایب و عوامل موثر بر شدت پراش ، روش های پراش پرتو ایکس، هندسه های پراش سنجی پرتو ایکس، بانک اطلاعات پراش مواد، تعیین ساختمان بلوری مواد از الگوی پراش، اندازه گیری های کیفی و کمی الگوهای پراش پرتو ایکس، پراش در حالت مطلوب و غیر مطلوب، تحلیل شرر، ویلیامسون-هال، رایتولد، اندازه گیری تنش های باقیمانده و بررسی بافت بلوری.

- میکروسکوپی الکترونی روبشی، بزرگنمایی، حد تفکیک و عمق میدان، سیگنال ها و کنتراست های تصویر آنها، میکروسکوپی تحت خلا محدود و میکروسکوپی محیطی، آماده سازی نمونه.

- میکروسکوپی الکترونی عبوری، تصاویر در میدان روشن و تاریک و پراش الکترونی، کنتراست های دامنه و فاز، الگوهای پراش الکترونی نقطه ای، حلقه ای، کیکوچی و پرتو های همگرا و شاخص گذاری آنها، اثر شکل رسوب بر الگوی پراش الکترونی، آماده سازی نمونه فویل نازک، نظریه های سینماتیکی و دینامیکی پراش و تبیین جلوه های تصویری بر مبنای آنها، کنتراست های نقایص بلوری، بررسی ارتباط بلوری فازها، کنتراست با حد تفکیک بالا یا کنتراست شبکه ای، تعیین ترکیب شیمیایی با طیف سنجی الکترون های انرژی از دست داده .

- تجزیه شیمیائی مواد با استفاده از پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی با استفاده از تفکیک انرژی پرتو ایکس، روش تجزیه شیمیائی به کمک تفکیک طول موج پرتو ایکس، تجزیه شیمیایی کیفی و کمی و موارد مصنوعی طیف ها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۳۵	ندارد	آزمون نوشتاری: ۳۵ ٪	٪۳۰
		عملکردی	

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918

5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Characterization of Materials Laboratory

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ◉ سمینار ○

اهداف کلی درس: انجام و تحلیل آزمایش های عملی در خصوص شناسایی ساختار مواد (فازها، ساختمانهای بلوری و نقایص بلوری) به کمک پراش پرتو ایکس، میکروسکوپی الکترونی روبشی و عبوری و دستگاههای تجزیه شیمیایی مرتبط با آنها.

تعداد ساعات درس: ۳۲ عملی

سرفصل درس:

- آزمایش طیف سنجی پرتو ایکس
- آزمایش تعیین خطای پهن شدن قله پراش سنج پرتو ایکس و اندازه گیری بلورچه های ساختارهای نانو به روش شرر
- آزمایش اندازه گیری ساختارهای نانو به روش ویلیامسون-هال
- آزمایش تعیین ساختمان بلوری یک نمونه در حالات پودر، فویل و فله با استفاده از پراش پرتو ایکس و بانک اطلاعات پراش مواد
- آزمایش اندازه گیری دقیق ثوابت شبکه بلوری
- آزمایش شناسایی ماده چند فازه به کمک میکروسکوپی الکترونی روبشی و کنتراست های تصویر مختلف و تجزیه شیمیایی فازها و ماده
- آزمایش شکست نگاری (بررسی سطوح شکست ترد و نرم) توسط میکروسکوپی الکترونی روبشی
- آزمایش تعیین الگوی پراش الکترونی و شاخص گذاری آن

- آزمایش شناسایی ساختمانهای بلوری یک ماده دو فازه روی فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری و بررسی مواضع هر فاز
- آزمایش بررسی نقایص بلوری نمونه فویل نازک توسط میکروسکوپی الکترونی عبوری
- پژوهش جامع شناسایی ساختاریک نمونه مجهول به کمک روش های مختلف (پروژه)

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
سؤالات حین ارایه ٪۱۰ و گزارش های آزمایشها ٪۶۰	ندارد	ندارد عملکردی	٪۳۰

منابع

1. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, D.C. Joy, C.E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, J.R. Michael, Springer, 2003 (ISBN 0-306-47292-9)
2. Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, D. Williams and C. Carter, Springer, 2009 (ISBN 978-0-387-76502-0)
3. Microstructural Characterization of Materials, 2nd Editio, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiely and Sons, 2008, ISBN: 978-0-470-02785-1
4. Elements of X-ray Diffraction, Third Edition. B.D. Culity and S.R. Stock, New York: Prentice-Hall, 2001. ISBN-13: 978-0201610918
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Second Edition, Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij, Springer, 2009, ISBN: 978-0-387-09578-3
6. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Yang Leng, Wiley & Sons; 1st Edition, June 2008, ISBN: 978-3-527-33463-6

عنوان درس به فارسی: **خطا در اندازه گیری**

عنوان درس به انگلیسی: Errors in Measurements

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجو با انواع خطا های کمی و کیفی که در اندازه گیری ها رخ می دهد و نحوه برخورد با ان ها برای ارائه درست داده ها و تجزیه و تحلیل صحیح نتایج

تعداد ساعات درس: ۱۶

سرفصل درس:

- تعریف انواع خطا(سیستماتیک و اتفاقی)
- ماهیت اندازه گیری(گرد کردن اعداد- نامعلومی عددی – اعداد اهمیت دار – قوانین ضرب، تقسیم، جمع و منها کردن اعداد – دقت نسبی – درصد اختلاف بین اعداد – نحوه نوشتن اعداد بزرگ و کوچک)
- نحوه ارائه داده ها(آشنایی با انواع داده ها و کلیه روش های ارائه داده ها به صورت نموداری و جدول از قبیل انواع نمودار های خطی و ستونی و کاربرد ان ها برای داده های کیفی و کمی گوناگون)
- روش های ارائه داده(دیاگرام پارتو – دیاگرام نقطه ای – دیاگرام جعبه ای – دیاگرام ساقه و برگ)
- توزیع های فراوانی (دسته بندی داده ها)
- احتمالات (قوانین کلی)
- توزیع احتمال
- توزیع باینومیال
- توزیع نرمال
- توزیع تی

- نمودارهای کنترل کیفیت
- وابستگی و درجه وابستگی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۲۰ تا ۲۵ ٪	ندارد	آزمون های نوشتاری ۷۵ تا ۸۰٪	ندارد
		عملکردی ۰	

منابع:

1. Measurement Errors and Uncertainties, Theory and Practice, Rabinovich, Semyon G., Springer, 2005.
2. R. A. Johnson, "Probability and Statistics for Engineers", Prentice-Hall International, Inc, Fifth Edition, 1994.
3. D. C. Baird, "An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design, Prentice Hall, Second Edition, 1988.
4. Tom Cass, "Statistical Methods in Management 1", Cassell, London, Fifth Edition, 1980.

عنوان درس به فارسی: **تغییر حالت های متالورژیکی**

عنوان درس به انگلیسی: Metallurgical Phase Transformation

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با کلیه تغییر حالت های ممکن فازی در سیستم های متالورژیکی و بررسی ترمودینامیکی و سینتیکی ان ها

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- تعریف تغییر حالت ، انواع تغییر حالت ، تئوری تغییر حالت بر اساس ترمودینامیک اصول تعادل پایدار و نیمه پایدار ، طبقه بندی تغییر حالت ، تعریف سرعت تغییر حالت ، نیروی محرکه برای تغییر حالت ، قوانین تعادل ترمودینامیک
- انرژی ازاد محرکه و انرژی ازاد تغییر حالت ، سرعت تغییر حالت شامل انرژی محرکه حرارتی برای حالتی که فقط یک نوع تغییر اتمی انجام می گیرد(تغییر حالت مدنی) ، تغییر حالت اتمی که شامل چند نوع تغییر اتمی هستند(تغییر حالت های ناهمگن) ، اصول ماکزیمم سرعت تغییر حالت های تجربی ، تعریف سرعت تغییر حالت ، روش های اندازه گیری سرعت تغییر حالت
- معادلات سرعت تغییر حالت ، معادلات سرعت ، برای تغییر حالت غیر همگن ، انرژی محرکه تجربی و پارامترهای موثر ، منحنی های تغییرات زمان ، درجه حرارت و تغییر حالت اسپیندودالی بازیابی و تبلور مجدد ، محاسبه سایر پارامترهای ترمودینامیکی ، بازیابی
- تغییر حالت توام با جوانه زنی و بازیابی ، قوانین تبلور مجدد ، جوانه زنی در تبلور مجدد ، حرکت مرز دانه ها ، سرعت رشد دانه ها ، تاثیر ناخالصی و فاز دوم در سرعت رشد دانه ها ، ساختمان میکروسکوپی حاصل ، تغییر حالت تعادل ، جوانه زنی هم زمان دو فاز(تغییر حالت پرلیتی) رشد هم زمان دو فاز(پرلیت) ، مکانیسم و مشخصات کریستالوگرافی فاز بینایت

- تغییر حالت دسته جمعی ، تغییر حالت منظم به غیرمنظم و قوانین سرعت تغییر حالت ، پیر سختی، مناطق جوانه زنی و رشد مناطق ، بزرگ شدن رسوبات ، تاثیر جاهای خالی اضافی در تغییر حالت (فازهای اولیه ، میانی و ثانویه) ، تغییر حالت های بدون نفوذ و جا به جا شدن اتم ها ، مشخصات تغییر حالت بدون نفوذ اتم ها ، ترمودینامیک تغییر حالت ، جوانه زنی تغییر حالت های مارتنزیتی ، خصوصیات سرعت تغییر حالت های مارتنزیتی ، کریستالوگرافی تغییر حالت ، مارتنزیت در فولاد

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	۳۰٪ – ۲۰	آزمون های نوشتاری ۷۰ – ۸۰٪	۰
		عملکردی ۰	

منابع:

1. Phase Transformation in Metals and Alloys, David A. Poter, Kenneth Easterling and M. Y. Sherif, 3rd Edition, Taylor and Francis Group, 2009.
2. Introduction to the Thermodynamic of Materials, David R. Gaskell, 5th edition, Taylor and Francis Group, 2008.
3. Thermodynamics in Materials Science, Robert Dehoff, 2nd Edition, Taylor and Francis Group, 2006.
4. Kinitics of Materials, Robert W. Balluffi, Samuel M. Allen, and W. Craig Carter, John Wiely and Sons Inc, 2005.

عنوان درس به فارسی: **فرآیند های انجماد پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced Solidification Processing

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آموزش مطالب تکمیلی به دانشجویان در خصوص اصول و مبانی علمی انجماد فلزات و چگونگی تاثیر این موارد بر ریز ساختار و خواص قطعات ریخته شده.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر پدیده انجماد و اهمیت آن؛ کاربرد انجماد در فرآیند های مختلف مهندسی مواد؛ اصول فیزیکی حاکم بر پدیده انجماد
- ساختار مایعات در مقایسه با ساختار گاز ها و جامدات کریستالی
- ترمودینامیک انجماد؛ شامل یاد آوری و تکمیل مطالب در خصوص انرژی آزاد گیبس؛ تعادل ترمودینامیکی پایدار و شبه پایدار، نیروی محرکه انجماد تحت تبرید سینتیکی؛ اثر عوامل مختلف از قبیل شعاع جبهه انجماد؛ فشار؛ ترکیب درصد عناصر آلیاژی بر میزان تحت تبرید ترمودینامیکی.
- جوانه زنی همگن و غیر همگن، و در مورد هرکدام از آن ها: محاسبه شعاع بحرانی تخمک برای جوانه زنی، سد انرژی جوانه زنی، سرعت جوانه زنی؛ جوانه زنی دینامیکی، انواع جوانه زا ها و خصوصیات آن ها
- رشد؛ انواع فصل مشترک جامد/مایع؛ مکانیزم های رشد شامل رشد پیوسته؛ رشد دیسکی؛ رشد روی نابجایی های پیچی و رشد روی دو قلویی ها و معرفی روابط مربوط به چگونگی محسبه سرعت رشد در هر مورد .
- انجماد با جبهه مسطح در آلیاژ های تکفازی و معرفی و محاسبه روابط حاکم بر آنها شامل انجماد تعادلی و انواع انجماد غیر تعادلی با در نظر گرفتن میزان اختلاط در مذاب در حال انجماد و چگونگی توزیع عنصر آلیاژی در مذاب ودر جامد و

روابط گالیورشیل و توضیح تکنیک های مختلف جهت این نوع انجماد و رشد تک بلور ها و کاربرد های عملی این نوع انجماد از جمله روش ذوب منطقه ای.

- تحت تبرید غلظتی، شرایط پایداری جبهه انجماد مسطح برای ساخت تک بلور ها، چگونگی تشکیل ساختار سلولی؛ بررسی پروفیل غلظت در مقطع سلول ها، انجماد دندریتی؛ شرایط تحول سلولی به دندریتی؛ ارتباط بین سرعت سرمایش و فاصله بازو های دندریتی، درشت شدن ساختار در حین انجماد.
- انجماد با جبهه مسطح در آلیاژ های یوتکتیکی، کامپوزیت های درجا شامل ساختار های لایه ای و میله ای و شرایط تشکیل هرکدام از آن ها؛ شبه یوتکتیک های لایه ای و میله ای.
- جدایش ریز و جدایش درشت، انواع، علت ایجاد و راههای جلوگیری یا کاهش اثرات مخرب هر کدام از آن ها.
- ساختار قطعات ریختگی؛ دانه های ستونی و محوری و مکانیزم ها تئوری ها و عوامل موثر در پیدایش آن ها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪۵۰	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	۰
		عملکردی ۰	

منابع

1. Solidification Processing, Merton C. Flemings, McGraw-Hill, 1974.
2. Solidification and casting, G.J. Davis, Wiley, 1973.
3. Fundamentals of Solidification, W. Kurz, D.J. Fisher, Trans Tech Publications, 1986.
4. Science and Engineering of Casting Solidification, D.M. Stefanescu, Springer US, 2009.

عنوان درس به فارسی: نفوذ در جامدات

عنوان درس به انگلیسی: Diffusion in Solids

تعداد واحد: ۲

نوع واحد : نظری

نوع درس: تخصصی ◉ اختیاری ○

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح کلیه مباحث مربوط به نفوذ اتم ها در جامدات شامل قوانین، معادلات، سرعت، مکانیزم ها، ضرایب نفوذ و غیره

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- قوانین اول و دوم فیک، حل قانون دوم فیک برای چند حالت خاص (شامل: زوج نامحدود، فیلم نازک، سیستم نیمه بینهایت و نفوذ در یک تختال و زمان‌های کوتاه)
- رسوب‌گذاری
- تسهیل نفوذ توسط اعمال تنش
- نرخ استحاله‌های فازی بر اساس روابط نفوذ، تئوری اتمی نفوذ
- ریزمکانیزم‌های نفوذ، تاثیر فشار هیدرواستاتیک بر نفوذ
- نفوذ در آلیاژهای رقیق، نفوذ ناخالصی در فلزات خالص
- ضریب نفوذ در خود، ضریب نفوذ ذاتی، ضریب نفوذ درهم (شیمیایی)
- پدیده کرکندال، روابط دارکن
- نفوذ در آلیاژهای سه تایی
- نفوذ در جامدات یونی و سرامیک ها
- نفوذ-واکنش، نفوذ در نیمه رساناها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
ندارد	۳۰ تا ۴۰ ٪	۶۰ تا ۷۰ ٪	ندارد

منابع:

1. Diffusion in Solids (Fundamentals, Methods, Materials, Diffusion-Controlled Processes), Mehrer, Helmut , Springer, 2007.
2. Diffusion in Solids, field theory, solid state principle & applications, Martin Eden Glicksman, John Wiley Sons, 2000.
3. Phase Transformation in Metals & Alloys, D. A. Porter, K. E. Easterling, 1993
4. Diffusion in Crystalline Solids, G. E. Murch,Elsevier, 1984
5. Diffusion in Solids, Shewmon, Paul G., McGraw-Hill, 1963

عنوان درس به فارسی: انتخاب مواد مهندسی

عنوان درس به انگلیسی:Selection of Engineering Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با مواد مهندسی فلزی و کامپوزیتی، طبقه بندی مواد مهندسی بر اساس کاربرد آنها و روش های انتخاب مواد مهندسی از اهداف کلی درس می باشند.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه
- انگیزه برای انتخاب مواد
- مبانی قیمت برای انتخاب
- الزامات سرویس و آنالیز شکست
- مشخصات و کنترل کیفیت
- انتخاب براساس استحکام ایستا
- انتخاب بر اساس تافنس
- انتخاب بر اساس سفتی
- انتخاب بر اساس خستگی

- انتخاب بر اساس خزش
- انتخاب بر اساس مقاومت به خوردگی
- انتخاب بر اساس مقاومت به سایش
- رابطه بین انتخاب مواد و فرآوری مواد
- مستند سازی روش های انتخاب
- مطالعه موردی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۷۰	۰
		عملکردی ۰	

منابع

1. Selection and Use of Engineering Materials, 3rd Edition, F.A.A. Crane, J.A. Charles, J. Furness, Elsevier, 1997.

عنوان درس به فارسی: **تریبولوژی**

عنوان درس به انگلیسی: **Tribology**

تعداد واحد: ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مبانی تماس انواع سطوح با یکدیگر و نوع سایشی که اتفاق می افتد به همراه مکانیزم های و تئوری های مختلفی که در مباحث تریبولوژیک مطرح هستند.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر تریبولوژی
- ویژگی سطوح و تماس سطحی: زبری سطح، ناهنجاری های سطوح مهندسی
- اصطکاک: قوانین اصطکاک ، اصطکاک چسبنده همراه با تاثیرات فیلم های سطحی و پوششها بر اصطکاک چسبنده، بزرگ شدن محل اتصال، اصطکاک بوسیله تغییر شکل پلاستیک، تاثیرات تیرو ، سرعت ، محیط ، دما ، ساختار ، فیلم های سطحی و ناهنجاری سطح بر اصطکاک
- محاسبه و اندازه گیری دمای سطح در تریبولوژی
- سایش: سایش چسبنده ، تئوری سایش چسبنده ، انتخاب مواد ، سایش بوسیله تغییر شکل پلاستیک و سایش خراشی ، تئوری مربوطه ، انتخاب مواد، سایش خستگی، سایش خوردگی و شیمیایی ، سایش رفتگی و سایش فرتینگ (تماس نوسانی ریز با دامنه بسیار اندک)
- سایش و اصطکاک روانکاری جامد، سایش و اصطکاک پلیمر ها و سرامیک ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۲۵	٪ ۳۰	آزمون های نوشتاری ٪ ۴۵	۰
		عملکردی ۰	

منابع:

1. Engineering Tribology, G. W. Stachowiak and A. W. Batchelor, 4th edition, Elsevier, 2014.
2. Tribology, I. M. Hutchings, 1992

عنوان درس به فارسی: **کامپوزیت ها**

عنوان درس به انگلیسی: Composites

تعداد واحد: ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: اشنا سازی و طرح مباحث تئوریک و کاربردی انواع کامپوزیت های مهندسی با زمینه ها و افزودنی های مختلف.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- تعریف و طبقه بندی کامپوزیت ها و برخی محدودیت های مواد متداول مهندسی
- انواع ماتریس های مورد استفاده در کامپوزیت ها و بررسی مشخصات مورد نیاز برای هرکدام
- فاز دوم، مشخصات مورد نیاز و انواع مواد مورد استفاده و مختصری از روش های تولید برخی از ان ها
- برخی از روش های تولید کامپوزیت های زمینه فلزی، پلیمری و سرامیکی و ناکید بر پارامتر های تولید که روی خواص نایی کامپوزیت از جمله ریز ساختار ان موثر است
- فصل مشترک در کامپوزیت ها، بررسی پارامتر های موثر در کیفیت اتصال فاز دوم و زمینه کامپوزیت ها
- مکانیزم های مقاوم شدن در کامپوزیت ها ومعرفی چند مدل برای تخمین خواص کامپوزیت ها
- خواص مکانیکی کامپوزیت ها
- روش تست های مخرب و غیر مخرب کامپوزیت ها
- کاربرد های کامپوزیت ها.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪ ۵۰	٪ ۵۰	۰

منابع:

1. Composite Materials: Science and Engineering (Materials Research and Engineering), Krishan K. Chawla, Springer, 2012.
2. Manufacturing Processes for Advanced Composites, F. C. Campbell, Elsevier, 2003.

عنوان درس به فارسی: **ریخته گری پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی:Advanced casting process

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آموزش روش های نوین ریخته گری

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- ریخته گری در قالب ویژه شامل کلیات، مزایا و محدودیت ها، آلیاژهای مناسب، ماشین ها، ماهیچه ها، جنس قالب، پوشش قالب، دمای قالب، ذوب ریزی، خارج کردن قطعه از قالب، عیوب
- ریخته گری تحت فشار شامل معرفی، مزایا و محدودیت ها، ماشین ها، انتخاب دستگاه دایکاست، تجهیزات جنبی، قالب ها، انواع قالب، جنس و طراحی قالب، سیستم راهگاهی، دمای قالب، پرداخت قالب، فرسایش قالب، سرعت و فشار تزریق، انتقال مذاب از کوره نگهدارنده به محفظه تزریق، روانکاری قالب، زمان – تناوب ریخته گری، عیوب حاصل در ریخته گری تحت فشار
- ریخته گری گریز از مرکز حقیقی شامل کلیات، آلیاژهای مناسب، شرح روش، انواع روشها، ماشین های گریز از مرکز حقیقی، قالبهای ریخته گری گریز از مرکز حقیقی، تکنولوژی گریز از مرکز حقیقی، خنک کردن قالب ها، دما و روش باریزی، سرعت چرخش قالب، انجماد قطعات، مزایا و محدودیت ها، عیوب

- ریخته گری کوبشی (فشاری) شامل کلیات، مراحل انجام فرایند، پارامترهای فرایند، جنس قالب و روانکاری آن، انجماد و ساختار قطعات ریختگی، نوع قطعات مناسب، عیوب قطعات تولیدی، مزایا و محدودیت ها، مقایسه ریخته گری کوبشی با روشهای ریخته گری تحت فشار، ریخته گری در قالب ماسه ای و آهنگری

- روشهای ریخته گری ضد جاذبه شامل کلیات، بارریزی از پایین به بالا، روشهای ضد جاذبه در قالب های فلزی شامل یا فشار پایین و یا فشار متوسط، روشهای ضد جاذبه در قالب های ماسه ای شامل نیروی مغناطیسی نیروی خلا و فشار مثبت

- ریخته گری تک بلور و یا انجماد جهت دار شامل کلیات، تعرف و خواص تک بلورها، ریخته گری با انجماد جهت دار، ریخته گری صنعتی بلور، روشهای تهیه تک بلورها : چالموز، بویمن و چکوالسکی، مسائل تهیه تک کریستالها

- ریخته گری مداوم شامل کلیات، انواع مقاطع، پاتیل ها، تاریخچه تحولات، اجزاء عمومی، دسته بندی روشها، مداوم ریزی در قالب های متحرک و دوار، اشاره ای به مداوم ریزی در قالب های ساکن باز و بسته، مداوم ریزی بدون قالب

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪ ۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۵	٪۱۵
		عملکردی ۰	

منابع

1. P. J. Mikelonis, Foundry technology sourcebook, AFS/ASM, 1982
2. E. F. Bradley, High performance casting, ASM, 1989
3. K. Strauss, Applied science in the casting of metals, 2013
4. Metals handbook 9th edition, Vol. 15, Casting, ASM, 1987
5. P. C. Mukherjee, Fundamentals of metal casting technology, 1988
6. N. D. Titov and Y. A. Stepanov, Foundry practice, Mir Publishers, 1981
7. International atlas of casting defects, AFS/ASM, 1993
8. J. Campbell, Casting, Butterworth – Heinemann Publishers, 1991

عنوان درس به فارسی: **شکست و خستگی در فلزات**

عنوان درس به انگلیسی: Failure and Fatigue in Metals

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با اثر بارگذاری متناوب بر خواص داخلی و ساختاری مصالح مهندسی، جوانه زنی ترک خستگی، اثر محیطهای مختلف بر جوانه زنی و رشد ترک، اثر عملیات سختکاری سطحی بر خستگی، جنبه های مهندسی خستگی، پیش بینی عمر خستگی، طراحی در مقابل خستگی، دستگاههای اندازی گیری خستگی

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه و تعاریف
- مکانیک شکست خطی
- رفتار نیمه ترد
- اثر متغیرهای محیطی و آزمایشی بر رفتار و نوع شکست
- آزمایش معیار مقاومت شکست
- اصول اندازه گیری به وسیله رشد دهانه ترک
- جنبه های میکروسکوپی شکست
- تئوری های شکست
- مطالعه موردی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪۵۰	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	۰
		عملکردی ۰	

منابع:

1. Mechanical metallurgy: principles and applications, Marc A. Meyers, Krishan Kumar Chawla, Prentice-Hall, Inc, 1983.
2. Mechanical Metallurgy, George Dieter ,3rd Edition, McGraw-Hill, 1986.
3. Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, Richard W. Hertzberg, Richard P. Vinci, Jason L. Hertzberg, 5th Edition, Wiley, 2012.

عنوان درس به فارسی: مکانیزم های مقاوم شدن

عنوان درس به انگلیسی: Strengthening Mechanisms

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با مکانیزم ها مقاوم شدن

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- استحکام بخشی، مشخصه‌های لغزش، تئوری نابجایی‌ها، رفتار تنش-کرنش تک کریستال‌ها و پلی کریستال‌ها، اثر مرزدانه‌ها بر استحکام بخشی، استحکام بخشی از طریق برهم کنش نابجایی‌ها با اتم‌های محلول
- استحکام بخشی حاصل از وجود ذرات فاز دوم، استحکام بخشی در اثر وقوع استحاله‌های فازی، استحکام بخشی در اثر دوقلویی شدن، تشکیل زیرساختار و تاثیر آن بر استحکام‌بخشی
- سخت شوندگی حاصل از توسعه بافت، تئوری‌های سخت شوندگی سختی و معادلات بنیادی، مکانیزم های سخت شوندگی در فولادهای پیشرفته پراستحکام، مکانیزم های سخت شوندگی در آلیاژهای تیتانیم، مکانیزم های سخت شوندگی در آلیاژهای آلومینیوم و منیزیم
- مکانیزمها و معادلات سخت شوندگی در مواد فوق ریزدانه و نانوساختار

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪۷۰-۶۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۰-۳۰	۰
		عملکردی۰	

منابع

1. Strengthening Mechanisms in Crystal Plasticity, A.S. Argon, Oxford University Press, 2008.
2. Precipitation Hardening, J.W. Martin, Butterworth-Heinemann, 1998
3. Mechanical Metallurgy, George Dieter, McGraw-Hill Education, 3rd edition, 1986
4. The Plastic Deformation of Metals, R.W.K. Honeycombe, Hodder & Stoughton Educational, 1975

عنوان درس به فارسی: تغییر شکل گرم فلزات

عنوان درس به انگلیسی: Hot Deformation of Metals

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف درس: بررسی کلیه مسائل تئوریک مرتبط با تغییر شکل گرم فلزات و آلیاژها از نظر ترمودینامیکی و سینتیکی.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- سینتیک و میکرومکانیزم‌های بازیابی، سینتیک و مکانیزم رشد زیردانه‌ها، اثر توسعه زیرساختار بر خواص مکانیکی، تأثیرات ذرات فاز دوم بر روی بازیابی
- تبلور مجدد در آلیاژهای تک‌فاز، قوانین کیفی تبلور مجدد، عوامل مؤثر بر تبلور مجدد، ریزساختار تبلور مجدد، مکانیزم‌های جوانه‌زنی تبلور مجدد
- تبلور مجدد در آلیاژهای دوفازی، رشد غیرعادی دانه‌ها، بازیابی و تبلور مجدد دینامیک، روابط بنیادی تغییرشکل گرم، تکامل ریزساختار در بازیابی دینامیک، مشخصه‌های تبلور مجدد دینامیکی، جوانه‌زنی در تبلور مجدد دینامیک، تبلور مجدد پیوسته و ناپیوسته، تبلور مجدد هندسی، تبلور مجدد دینامیک حاصل از چرخش شبکه، تبلور مجدد متادینامیک، تغییرات بافت در اثر تبلور مجدد دینامیک و استاتیک
- کنترل انواع فرایندهای ترمومکانیکی و نقشه‌های تغییرشکل، تبلور مجدد در حین فرایندهای تغییر شکل شدید، عملیات ترمومکانیکی در فولادهای پیشرفته پراستحکام، عملیات ترمومکانیکی آلیاژهای تیتانیم و بایوآلیاژها، عملیات ترمومکانیکی آلیاژهای منیزیم و آلومینیوم

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
ندارد	٪ ۳۰ تا ٪ ۴۰	٪ ۶۰ تا ٪ ۷۰	ندارد

منابع

1. Recrystallization and Related Annealing Phenomena, F. J. Humphreys, M. Hatherly, Pergamon, 2004.
2. Thermo-Mechanical Processing of Metallic Materials, Bert Verlinden, Elsevier Science, 2007
3. Microstructural and Crystallographic Aspects of Recrystallization, Niels Hansen, Risø National Laboratory, 1995.
4. Advances in Hot Deformation Textures and Microstructures, John J. Jonas, 1984.
5. Recrystallization of Metallic Materials, Frank Hassner, Dr. Riederer Verlag, 1978.

عنوان درس به فارسی: **مواد مغناطیسی**

عنوان درس به انگلیسی: **Magnetic Materials**

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان رشته مواد با یکی از زمینه های پرکاربرد و نوین مهندسی مواد

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مفاهیم بنیادی مغناطیس
- ریشه خواص مغناطیسی در مواد
- طبقه بندی انواع رفتارهای مغناطیسی
- انیزوتروپی مغناطیسی و تئوری حوزه ها
- مواد مغناطیسی نرم
- مواد مغناطیسی سخت (آلنیکوفریت – مغناطیسی های نادر خاکی)
- فرایندهای تولید مواد مغناطیسی
- کاربردهای مغناطیسها
- رابطه خواص مغناطیسی با سایر خواص ماده
- بازار داخلی و جهانی مغناطیسها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	۰	آزمون های نوشتاری ۹۰٪	۰
		عملکردی ۱۰٪	

منابع:

1. Introduction of Magnetic Materials, B.D. Callity, 2009.
2. Introduction of Magnetism and magnetic Materials, D. Jiles, 1991.
3. Magnetism and Magnetic Materials, J.M.D. Coey, 2009.

عنوان درس به فارسی: **روش های نوین ساخت و تولید**

عنوان درس به انگلیسی: Additive Manufacturing

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با **روش** های تولید افزودنی

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه و اصول پایه‌ای (تولید افزودنی چیست؟، اهمیت و جایگاه تولید افزودنی، دسته‌بندی‌ها، تفاوت‌های میان تولید افزودنی و ماشینکاری CNC، سایر تکنولوژی‌های مرتبط، مثال‌هایی از قطعات تولیدی)
- تکامل تکنولوژی تولید افزودنی (تکنولوژی طراحی به کمک کامپیوتر، دسته‌بندی فرایندهای تولید افزودنی، سیستم‌های مختلف فازی و هیبریدی، کاربردهای تکنولوژی تولید افزودنی، علاقمندی‌ها و تغییرات در آینده)
- حلقهٔ کلی فرایند تولید افزودنی (مراحل مختلف در تولید، تغییرات از یک ماشین به دیگری، سیستم‌های مختلف، طراحی برای تولید افزودنی، مدلسازی)
- فرایندهای پلیمرزاسیون نوری وَت (اصول، تجهیزات، مزایا، معایب، تولیدات، کاربردها)
- فرایندهای ذوب بستر پودر (اصول، تجهیزات، مزایا، معایب، تولیدات، کاربردها)
- سیستم‌های بر پایهٔ اکستروژن (اصول، تجهیزات، مزایا، معایب، تولیدات، کاربردها)
- جت کردن مواد (اصول، تجهیزات، مزایا، معایب، تولیدات، کاربردها)
- جت کردن بایندر (اصول، تجهیزات، مزایا، معایب، تولیدات، کاربردها)
- فرایندهای لایه لایه کردن ورق (اصول، تجهیزات، مزایا، معایب، تولیدات، کاربردها)

- فصل دهم: فرایندهای رسوب‌دهی برپایهٔ انرژی مستقیم (اصول، تجهیزات، مزایا، معایب، تولیدات، کاربردها)
- فصل یازدهم: تکنولوژی‌های نوشتن مستقیم (اصول، تجهیزات، مزایا، معایب، تولیدات، کاربردها)
- فصل دوازدهم: اثر سیستم‌های تولید افزودنی کم هزینه (مالکیت معنوی، نوآوری مخرب، تحرکات بازار، آیندهٔ تولید افزودنی کم هزینه)
- دستورالعمل‌های انتخاب فرایند تولید افزودنی
- پس پردازش/فرآوری (جبران حذف مواد، بهبود تکسچر سطحی، بهبود دقت ابعادی، آماده‌سازی برای استفاده به عنوان یک الگو، بهبود خواص با استفاده از تکنیک‌های حرارتی و غیرحرارتی)
- تجهیزات نرم‌افزاری موردنیاز برای تولید افزودنی
- ساخت دیجیتال مستقیم
- طراحی برای تولید افزودنی
- ابزار سریع
- کاربردهای تولید افزودنی (ساخت قطعات مهندسی پزشکی، کاربردهای صنایع هوافضا، کاربردهای صنایع خودرو)
- فصل بیستم: فرصت‌های شغلی، جهت‌گیری‌های آینده و مثال‌هایی از مطالعهٔ موردی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۱۵	آزمون های نوشتاری٪۳۵	٪۴۰
		عملکردی	

منابع:

1. Ian Gibson, David Rosen, and Brent Stucker, "Additive Manufacturing Technologies (3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing)", Second Edition, Published by Springer, (2015)

عنوان درس به فارسی: **خزش**

عنوان درس به انگلیسی: Creep

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با مکانیزم های خزش

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- فراگیری تئوری های خزشی : خزش توانی ، خزش ویسکوز، خزش نفوذی، خزش هابر-حورن
- مکانیزم های غالب خزشی و مکانیزم های کنترلی
- شکست ناشی از خزش
- محاسبات پارامترهای خزشی : سرعت خزش ، توان تنش معادلات خزش، انرژی اکتیواسیون خزش
- خزش بین فلزات صنعتی : آلومیناید نیکل ، آلومیناید تیتانیوم
- خزش فلزات: سوپر آلیاژها، فولادها ، فلزات رنگی نظیر آلومینیم و تیتانیم
- آزمایشات خزش : آزمایش کششی، آزمایش فشار، آزمایش خمش، آزمایش فرونده

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۵	٪۳۵	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی	

منابع:

1. Fundamentals of creeps in metals and alloys, M.E. Kassner and M.T. Perez-Prado, Elsevier, 2004
2. Creep Mechanics, J. Betten, Springer, 2008
3. Creep of Crystals, high temperature deformation processes in metals, ceramics and minerals, J.P. Poirier, Cambridge University Press, 1985.
4. Plasticity and Creep of Metals, A. Rusinko and K. Rusinko, Springer, 2011
5. Atlas of Creep and Stress-Rupture Curves, H. E. Boyer, ASM International, 1988

عنوان درس به فارسی: **زیست فناوری در مهندسی مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Biotechnology in Material Engineering

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با فناوری های سازگار با محیط زیست در مهندسی مواد

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر میکروارگانیسم‌ها و کاربردهای آن
- انواع میکروارگانیسم‌ها در متالورژی: باکتری ها، قارچ ها، مخمرها و جلبک ها
- مقایسه میکروارگانیسم ها (سینتیک، عملکرد، تحمل و ...)
- اسیدهای تولیدی توسط میکروارگانیسم‌ها
- اسیدهای معدنی
- اسیدهای آلی: سیتریک اسید، اگزالیک اسید ، گلوکونیک اسید، مالیک اسید، اسیدهای دیگر
- روش‌های صنعتی تولید اسیدهای آلی به روش بایولوژیک
- خالص‌سازی محصولات بایولوژیکی
- انحلال زیستی (بایولیچینگ) در صنعت
- سینتیک و ترمودینامیک
- مدل‌های کنترل کننده

- مدل‌های جذب (لانگ میور و ...)
- مدل‌های انحلال (SCM و ...)
- بایولیچینگ در صنعت
- راکتورها
- موازنه جرم در راکتورها
- روش‌های مختلف تماس (هیپ، درجا، ستونی و ...)
- کنترل فرآیند در صنعت

- محدودیت ها
- روش های آنالیزی
- شمارش میکروارگانیسم ها
- محدودیت ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪ ۳۰	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۰	٪ ۲۰
		عملکردی	

منابع

1. Villadsen, John, Fundamental Bioengineering, John Wiley & Sons, 2016.
2. Tkacz, Jan S., and Lene Lange, Advances in fungal biotechnology for industry, agriculture, and medicine. Springer Science & Business Media, 2004.
3. Gadd, Geoffrey Michael, Ed. Fungi in biogeochemical cycles, Vol. 24, Cambridge University Press, 2006.
4. Kavanagh, Kevin, Ed. Fungi: biology and applications, John Wiley & Sons, 2011.
5. Murr, Lawrence, Ed. Metallurgical applications of bacterial leaching and related microbiological phenomena, Elsevier, 2012.
6. Kawatra, S. Komar, and K. A. Natarajan, Eds. Mineral Biotechnology: Microbial Aspects of Mineral Beneficiation, Metal Extraction, and Environmental Control, SME, 2001.

عنوان درس به فارسی: **مکانیک محیط های پیوسته**

عنوان درس به انگلیسی: Continuum Mechanics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: فراگیری نحوه استخراج روابط اساسی حاکم بر رفتار مواد و نحوه حل مسائل در محدوده الاستیک

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنائی با محاسبات تنسوری، تنش، کرنش، اصول اساسی حاکم بر رفتار محیطهای پیوسته
- معادلات رفتاری و نحوه فرمول بندی آنها
- روشهای حل در تئوری الاستیسته

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۰	-
		عملکردی	

منابع:

1. Introduction to the mechanics of a continuous medium, L.E. Malvern, Prentice-Hall, 1964
2. Elastoplasticity Theory, V.A. Lubarda, CRC, 2002
3. The mechanics of constitutive modeling, N.S. Ottosen and M. Ristinmaa, 2005

عنوان درس به فارسی: **روش اجزاء محدود**

عنوان درس به انگلیسی: Finite Element Methods

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: **ندارد**

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: معرفی **روش** اجزاء محدود در مسائل مهندسی، مروری در مفاهیم ماتریس ها، اصول فرموله کردن به روش تغییر، روش اجزا ء محدود در محاسبه تنش، کرنش، رفتار و هندسه یک جزء، یک بعدی، دو بعدی، سه بعدی. روش مخلوط و روش هیبرید.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه **ای** بر روش اجزاء محدود، تاریخچه و کاربرد آن، مزایا و **نرم افزار های** تخصصی و کلی آن.
- مروری **بر** مفاهیم تحلیلی ماتریس ها و الاستیسیته دو بعدی.
- فرموله کردن ماتریسی یک بعدی سفتی با استفاده از معادلات تعادل و انرژی
- فرموله کردن ماتریسی دو بعدی سفتیک جزء مثلثی شکلیا استفاده از معادلات تعادل و انرژی
- فرموله کردن نحوه مونتاژ اجزاء مثلثی و محاسبه تنش و کرنش یک صفحه تحت تنش و یا کرنش.
- فرموله کردن اجزاء مثلثی صفحه ای با استفاده از مختصات طبیعی
- فرموله کردن ماتریس دو بعدی سفتی یک جزء مربع مستطیلی، مونتاژ اجزاء مربع مستطیلی با استفاده از مختصات طبیعی در صفحه تحت تنش و یا کرنش.
- فرموله کردن ماتریس سه بعدی سفتی یک جزء مکعب مستطیلی، مونتاژ اجزاء مکعب مستطیلی با استفاده از مختصات طبیعی در هندسه سه بعدی تحت تنش و یا کرنش.

- فرموله کردن روش اجزاء محدود برای حل مسائل غیر خطی
- فرموله کردن روش اجزاء محدود برای حل مسائل تنش های حرارتی
- فرموله کردن روش اجزاء محدود با استفاده از روش گالرکین
- روش های مخلوط و هیبرید در شش صفحه ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪ ۵	٪ ۲۵	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۵	٪ ۱۵
		عملکردی	

منابع

1. An Introduction to the Finite Element Method, J N Reddy, 3rd Edition, 784 pages; Publisher: McGraw-Hill Education; January 11, 2005.
2. The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element analysis, Thomas J. R. Hughe, 3rd Edition, 896 pages, Publisher: MHI; ISBN-10: 0070607419, ISBN-13: 978-0070607415, 2006.
3. The Finite Element Method, Volume 1: The Basis, O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, 5th Edition, Publisher: Butterworth-Heinemann, ISBN 0 7506 5049 4, 2000.
4. Finite Element Analysis, S. S. Bhavikatti, 3rd Edition, 348 pages, Publisher: New Age international, New Delhi, ISBN: 978-81-224-3671-6, 2015.
5. Finite Element Method, Klaus-Jurgen Bathe, Publisher: Klaus-Jurgen Bathe, ISBN-10: 097900490X, ISBN-13: 978-0979004902, February 15, 2007.
6. A First Course in the Finite Element Method, Daryl L. Logan, 6th Edition, 976 pages, *Publisher*: Boston, MA, Cengage Learning; ISBN:1305635116 9781305635111 9781305637344 1305637348, January 1, 2017.
7. Introduction to Finite Element Methods, P.N. Godbole, 1st Edition, 400 pages, Publisher: IK International Publishing House, New Delhi, ISBN: 9789382332206, 2013.
8. Finite Element Procedures, Klaus-Jurgen Bathe, 2nd Edition, 1043 pages, Publisher: Amazon, ISBN-10: 0979004950, ISBN-13: 978-0979004957, August 25, 2014.

عنوان درس به فارسی: خواص فیزیکی-مکانیکی پلیمرها

عنوان درس به انگلیسی: Physical-Mechanical Properties of Polymers

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با کلیات و ویژگیهای اصلی مواد پلیمری، تشکیل فیلم و شکل گیری سازه های پلیمری، بررسی تاثیر خواص فیزیکی و مکانیکی بر رفتار پلیمرها در شرایط گوناگون و بررسی عوامل موثر بر خواص فیزیکی مکانیکی پلیمرها و ارزیابی و تفسیر پارامترهای مستخرج از نمودارهای حاصل از آزمون های فیزیکی مکانیکی

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- کلیات پلیمریزاسیون، معرفی انواع و ویژگیها
- مخلوط پلیمرها و کوپلیمرها
- ساختار شبکه ای پلیمرها
- وزن مولکولی پلیمرها و توزیع آن
- تبلور
- دمای انتقال شیشه ای
- منحنی های تنش کرنش (پارامترهای قابل استخراج، توجیه پدیده های قابل مشاهده در منحنی های تنش کرنش و عوامل موثر بر منحنی های تنش کرنش)
- جامد ویسکوالاستیک

- مدول (انواع و عوامل موثر بر مدول)
- تفسیر پارامترهای حاصل آزمون مکانیکی دینامیکی
- مقاومت در برابر ضربه
- پدیده تنش در پلیمرها
- تاثیر واکنش های پخت و تشکیل فیلم بر خواص فیزیکی مکانیکی پلیمرها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	۰	آزمون های نوشتاری ٪۷۵	٪۱۵
		عملکردی ۰	

منابع:

1- I. M. Ward, An Introduction to the Mechanical Properties of Solid Polymers, John Wiley & Sons Ltd, 2005.
2- D. I. Bower, An Introduction to Polymer Physics, Cambridge University Press, 2002.
3- R.J. Crawford, Plastics Engineering, Third Edition, 1998.
4- L. E. Nielsen, Mechanical properties of polymers and composites, second edition, Marcel Dekker Incorporated, 1994.

عنوان درس به فارسی: مواد فوق ریزدانه و نانوساختار

عنوان درس به انگلیسی: Ultrafine Grained and Nanostructured Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با مواد فوق ریزدانه و نانوساختار، اهمیت تغییر ابعاد از حالت متداول به نانوساختار، اصول و مکانیزم های حاکم بر این مواد، روش های تولید، مکانیزم های پایه ای مورد استفاده در تولید مواد فوق ریزدانه و نانوساختار، روش های مشخصه یابی، بررسی ریزساختار و شیوه توسعه آن، خواص و کاربرد

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنایی با مواد فوق ریزدانه و نانوساختار
- مکانیزم های توسعه ریزساختار فوق ریزدانه و نانو (نقش تغییرشکل پلاستیکی، مکانیزم های تقسیم‌دانه، عملیات حرارتی، تبلور مجدد و استحاله های فازی)
- فرآوری مواد فوق ریزدانه و نانوساختار و بررسی شیوه توسعه ریزساختار توسط فرآیند های ترمومکانیکی پیشرفته، تغییرشکل پلاستیکی شدید، و آلیاژسازی مکانیکی
- روش های مشخصه یابی ریزساختار و خواص مواد فوق ریزدانه و نانوساختار
- خواص مواد فوق ریزدانه و نانوساختار
- مکانیزم های تغییرشکل و شکست در مواد فوق ریزدانه و نانوساختار
- پایداری مواد فوق ریزدانه و نانوساختار
- کاربردهای مواد فوق ریزدانه و نانوساختار

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪۳۵	آزمون های نوشتاری ٪۵۰ عملکردی ۰	٪ ۱۵

منابع:

1. Y. Weng, Ultra-Fine Grained Steels, Springer, 2009.
2. M.J. Zehetbauer and Y.T. Zhu, Bulk Nanostructured Materials, Wiley, 2009.
3. C. Suryanarayana, Mechanical Alloying and Milling, Marcel Dekker, 2004.
4. M.J. Zehetbauer, R.Z. Valiev, Nanomaterials by Severe Plastic Deformation, Wiley, 2004.

عنوان درس به فارسی: **ریخته گری پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced casting process

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: معرفی و تشریح انواع روش های ریخته گری پیشرفته

تعداد ساعات درس: ۳۲

اهداف کلی درس:

- ریخته گری در قالب ریژه شامل کلیات، مزایا و محدودیت ها، آلیاژهای مناسب، ماشین ها، ماهیچه ها، جنس قالب، پوشش قالب، دمای قالب، ذوب ریزی، خارج کردن قطعه از قالب، عیوب
- ریخته گری تحت فشار شامل معرفی، مزایا و محدودیت ها، ماشین ها، انتخاب دستگاه دایکاست، تجهیزات جنبی، قالب ها، انواع قالب، جنس و طراحی قالب، سیستم راهگاهی، دمای قالب، پرداخت قالب، فرسایش قالب، سرعت و فشار تزریق، انتقال مذاب از کوره نگهدارنده به محفظه تزریق، روانکاری قالب، زمان – تناوب ریخته گری، عیوب حاصل در ریخته گری تحت فشار
- ریخته گری گریز از مرکز حقیقی شامل کلیات، آلیاژهای مناسب، شرح روش، انواع روشها، ماشین های گریز از مرکز حقیقی، قالبهای ریخته گری گریز از مرکز حقیقی، تکنولوژی گریز از مرکز حقیقی، خنک کردن قالب ها، دما و روش بارریزی، سرعت چرخش قالب، انجماد قطعات، مزایا و محدودیت ها، عیوب
- ریخته گری کوبشی (فشاری) شامل کلیات، مراحل انجام فرایند، پارامترهای فرایند، جنس قالب و روانکاری آن، انجماد و ساختار قطعات ریختگی، نوع قطعات مناسب، عیوب قطعات تولیدی، مزایا و محدودیت ها، مقایسه ریخته گری کوبشی با روشهای ریخته گری تحت فشار، ریخته گری در قالب ماسه ای و آهنگری

- روشهای ریخته گری ضد جاذبه شامل کلیات، بارریزی از پایین به بالا، روشهای ضد جاذبه در قالب های فلزی شامل با فشار پایین و با فشار متوسط، روشهای ضد جاذبه در قالب های ماسه ای شامل نیروی مغناطیسی نیروی خلا و فشار مثبت
- ریخته گری تک بلور و با انجماد جهت دار شامل کلیات، تعرف و خواص تک بلورها، ریخته گری با انجماد جهت دار، ریخته گری صنعتی بلور، روشهای تهیه تک بلورها : چالموز، بویمن و چکوالسکی، مسائل تهیه تک کریستالها
- ریخته گری مداوم شامل کلیات، انواع مقاطع، پاتیل ها، تاریخچه تحولات، اجزاء عمومی، دسته بندی روشها، مداوم ریزی در قالب های متحرک و دوار، اشاره ای به مداوم ریزی در قالب های ساکن باز و بسته، مداوم ریزی بدون قالب

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
	٪۴۰	آزمون های نوشتاری ٪۴۵	٪۱۵
		عملکردی—	

منابع

1. P. J. Mikelonis, Foundry technology sourcebook, AFS/ASM, 1982
2. E. F. Bradley, High performance casting, ASM, 1989
3. K. Strauss, Applied science in the casting of metals, 2013
4. Metals handbook 9th edition, Vol. 15, Casting, ASM, 1987
5. P. C. Mukherjee, Fundamentals of metal casting technology, 1988
6. N. D. Titov and Y. A. Stepanov, Foundry practice, Mir Publishers, 1981
7. International atlas of casting defects, AFS/ASM, 1993
8. J. Campbell, Casting, Butterworth – Heinemann Publishers, 1991

عنوان درس به فارسی: **متالورژی پودر پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Powder Metallurgy

تعداد واحد: ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: طرح مباحث تخصصی تر در فرایند متالورژی پودر در زمینه های تولید پودر های فوق تمیز و نانو، متراکم کردن پودر، سینتر کردن و تولید مواد خاص با خواص منحصر به فرد.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه ای کلی و اجمالی بر فرایند متالورژی پودر
- روش های پیشرفته تولید پودر فلزات عنصری و الیاژی از قبیل ذره سازی توسط خلاء، اکترود گردان، تجزیه حرارتی
- تولید پودر های فوق تمیز
- روش های متراکم سازی از قبیل CIP، HIP، ROC، فشردن گرم، پرس سینتر، متراکم کردن تحت فشار محیطی توسط گاز
- سینتر کردن شامل انواع سینتر، مکانیزم های سینتر و اتمسفر های سینتر
- تولید مواد خاص با خواص منحصربه فرد با استفاده ازفرایند متالورژی پودر.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۳۰ تا ۴۰ ٪	۰	آزمون های نوشتاری ۶۰-۷۰٪	۰
		عملکردی ۰	

منابع:

1. Powder Metallurgy: Science, Technology and Applications, P. C. Angelo and R. Subramanian, PHI Learning Private Limited, 2008.
2. Powder Metallurgy: Science, Technology and Materials, A. Upadhyaya and G. S. Upadhyaya, Universities Press, 2011.
3. Powder Metallurgy Science, R. M. German, Springer, 1994.

عنوان درس به فارسی: مباحثی در ریاضیات مهندسی

عنوان درس به انگلیسی: Topics in Engineering Mathematics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با مفاهیم پیشرفته ریاضیات در مهندسی

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنایی با مفهوم فضای برداری
- مفهوم پایه و بعد در فضای برداری
- مولفه های یک بردار -- نماد انیشتن
- ضرب اسکالر و پایه ی یکامتعامد
- پایه ی دوگان
- تانسور مرتبه ی دوم به عنوان یک تبدیل خطی
- مقدارها و بردارهای ویژه یک تبدیل خطی
- آشنایی با تانسورهای از مرتبه ی بالاتر
- توابع برداری و تانسوری و حسابان دیفرانسیل ها
- مفهوم مختصات در فضای اقلیدسی و بردارهای مماس
- گرادیان و مشتق های همواردا و پادواردا
- ضرایب کریستوفل

- یادآوری سریها و تبدیل ها و انتگرال های فوریه
- معادله ی گرمای همگن
- معادله ی گرمای ناهمگن
- مفهوم پیوستگی و مشتق پذیری توابع مختلط
- معادله ی لاپلاس دو متغیره و ارتباط آن با معادلات کوشی-ریمان در آنالیز مختلط
- روش های انتگرال گیری توابع مختلط
- احتمال مقدماتی
- متغیرهای تصادفی
- فرآیندهای تصادفی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	۰	آزمون های نوشتاری ٪۱۰۰ عملکردی ۰	۰

منابع

1. S. Ghahramani, Fundamentals of Probability: With Stochastic Processes, CRC Press, 2015.
2. M. Itskov, Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers, Springer, 2015.
3. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 2011.

عنوان درس به فارسی: انرژی هسته ای

عنوان درس به انگلیسی: Nuclear Energy

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان با فرایندهای تولید انرژی هسته ای و ساختهای هسته ای

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه
- ساختار اتم
- واکنش های هسته ای: واکنش شکافت هسته ای ، واکنش گداخت هسته ای
- اجزای تشکیل دهنده راکتورهای هسته ای
- تقسیم بندی راکتورهای هسته ای
- مقایسه مشخصات انواع راکتورهای قدرت
- ذخایر مواد رادیواکتیو
- کانه اورانیم
- ذخایر توریم
- ذخایر لیتیم
- وضعیت انرژی هسته ای در جهان و ایران

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	٪ ۵۰	آزمون های نوشتاری ٪ ۵۰	۰
		عملکردی ۰	

منابع:

۱. سوخت و انرژی، دکتر سید خطیب الاسلام صدرنژاد و دکتر احمد کرمانپور، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۰.

عنوان درس به فارسی: **بافت و ناهمسانگردی**

عنوان درس به انگلیسی: Texture and Anisotropy

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: در این درس آنالیز کیفی و کمی بافت و ناهمسانگردی سیستمهای فلزی بیان می شود. روشهای اندازه گیری بافت در مواد نیز تدریس می شود. این درس برای دانشجویان کارشناسی ارشد گرایشهای شناسایی و انتخاب مواد و شکل دادن فلزات و دانشجویان دکترا طراحی شده است.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- مقدمه : معرفی بافت و ناهمسانگردی ، ارائه مثالهایی از اهمیت مطالعه بافت و ناهمسانگردی در مهندسی و علم مواد
- نحوه نمایش بافت و جهات کریستالی
  - تصویر استریوگراف
  - پل فیگر و بافت های فیبری
  - پل فیگر معکوس
- اجزاء مختلف بافت و زوایای اویلر
  - مروری بر تانسورها و عملیات تانسوری، ماتریس دوران زوایای اویلر
  - اجزای مختلف بافت از قبیل بافت تبلور مجدد، بافت نورد، بافت گوس
  - تعاریف مختلف زوایای اویلر، تعریف فضای زوایای اویلر
  - تعریف جفت زاویه- محور و ماتریس دوران مربوطه

- توزیع جهات کریستالی در بافت
  - تعریف تابع توزیع جهات کریستالی
  - نحوه نمایش و محاسبه توزیع جهات کریستالی در فضای زوایای اویلر
  - ارائه مثالهایی از توزیع جهات کریستالی در فلزات
  - نحوه محاسبه کسر حجمی اجزاء بافت و نمایش آنها در فضای زوایای اویلر
- اثر تقارن در بافت های کریستالی
  - مروری بر تقارن در ساختارهای کریستالی
  - اثر تقارن کریستالی و تقارن نمونه بر بافت و نحوه نمایش و محاسبه آنها در فضای زوایای اویلر
- اندازه گیری بافت توسط روش X-Ray
  - مروری بر مبانی پراش X-Ray
  - نحوه بدست آوردن پل فیگر توسط X-Ray و تصحیح خطاهای اندازه گیری
  - ارائه روشهای مختلف برای محاسبه توزیع جهات کریستالی از روی پل فیگر بدست آمده توسط X-Ray با ارائه مثالهای مربوطه
- جهات کریستالی در مرز دانه ها
  - معرفی انواع مرز دانه ها
  - تعریف اختلاف جهت در مرز دانه و نحوه محاسبه آن با استفاده از ماتریس دوران و نحوه نمایش آن درفضای زوایای اویلر
  - معرفی فضای های رادریگس و کواترنیون با ارائه روابط ریاضی مربوطه و کاربرد آنها در نمایش اختلاف جهت در مرز دانه ها
  - اثر تقارن کریستالی در نمایش اختلاف جهت در مرز دانه ها در فضای زوایای اویلر
- اندازه گیری بافت توسط روش EBSD
  - معرفی روش EBSD و فیزیک خطوط Kikuchi و نحوه اندیس گذاری آنها در نقشه های بدست آمده توسط EBSD
  - اندازه گیری اختلاف جهت های کریستالی توسط EBSD

- روش های پروسس تصاویر بدست آمده با روش EBSD
- ارائه مثالهایی از اندازه گیری بافت کریستالی در فلزات و آلیاژهای مختلف با روش EBSD

- بافت های مرسوم در فلزات و آلیاژ ها
  - علل ایجاد بافت در فلزات در اثر فرآیند های تغییر شکل
  - توسعه بافت در فلزات با ساختار های FCC و BCC و HCP در حین

- فرآیند های نورد، اکستروژن، پیچش، کشش سیم و فرآیند های تغییر شکل شدید
  - توسعه بافت در فلزات با ساختار های FCC و BCC و HCP در حین آنیل پس از فرآیند های تغییر شکل
  - اثر دما و عناصر آلیاژی بر توسعه بافت در فلزات در حین فرآیند های تغییر شکل
  - توسعه بافت در فلزات در حین انجماد
  - توسعه بافت در کامپوزیت های زمینه فلزی و ترکیبات بین فلزی

- پلاستیسیته تک کریستال و پلی کریستال ها
  - مروری بر مبانی پلاستیسیته تک کریستال از قبیل قانون اشمید، مدل تیلور، کینماتیک تغییر شکل تک کریستال، نمایش سیستمهای لغزش توسط تصویر استریوگراف
  - ارائه مدل های پلاستیسیته پلی کریستال ها مانند مدل های Sachs ،Taylor Visco-Plastic Self Consistent و کاربرد آنها در مدل سازی بافت در حین فرآیند های تغییر شکل

- نا همسانگردی پلاستیک
  - معرفی فاکتور تیلور و نحوه محاسبه آن در حین فرآیند های تغییر شکل
  - ارائه مدل Relaxed-Constraints و کاربرد آن برای محاسبه سطوح تسلیم فلزات دارای بافت
  - سطوح تسلیم فلزات دارای بافت و بررسی ناهمسانگردی در آنها
  - بررسی ناهمسانگردی پلاستیک از دیدگاه مکانیک محیط های پیوسته

- معرفی و نحوه کار با نرم افزار popLA جهت نمایش بافت کریستالی در فلزات

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری ۴۰٪	سمینار ۳۰٪
		عملکردی تکالیف ۳۰٪	

منابع

1. V. Randle, O. Engler, "Introduction to Texture Analysis: Macrotexture, Microtexture and Orientation Mapping", CRC Press
2. U.F. Kocks, C.N. Tomé, H.-R. Wenk, "Texture and Anisotropy", Cambridge University Press
3. Recrystallization and Related Annealing Phenomena, F.J. Humphreys, M. Hatherly

عنوان درس به فارسی: **مهندسی سطح پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Surface Engineering

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با روش های نوین مهندسی سطح جهت افزایش خواص سطحی قطعات و بهبود عملکرد آنها

تعداد ساعت : ۳۲

سرفصل درس:

- فرایند های متالورژیکی : فرایندهای ذوب سطحی، پرتو لیزر، پرتو الکترونی، سایر منابع متمرکز انرژی
- فرایند های حرارتی- شیمیایی : کربوراسیون پلاسمایی، نیتراسیون پلاسمایی، آلومینایزینگ ، کرومایزینگ ، ...
- فرایند های مکانیکی : ساچمه کوبی، شوک لیزری، سایر فرایندها شامل همزن اصطکاکی، ...
- روسوب نشانی فیزیکی
- روسوب نشانی شیمیایی
- پاشش حرارتی: روش های مبتنی بر پلاسما ، روش های حرارتی با سرعت مافوق صوت ، روش های سرد با سرعت مافوق صوت
- لایه نشانی با لیزر
- مراحل اجرای روش مهندسی سطح : انتخاب مواد، انتخاب فرایند ، انتخاب روش ، مراحل اجرای فرایند انتخابی

- نحوه ارزیابی خواص سطحی : خواص مکانیکی ، سختی ، استحکام چسبندگی ، چقرمگی ، خواص شیمیایی، ترکیب شیمیایی عناصر، خوردگی، اکسیداسیون، خواص فیزیکی: مطالعه زبری سطح ، ساختار میکروسکوپی، تخلخل، تشخیص فازهای موجود

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۵	٪۳۵	آزمون های نوشتاری ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی	

منابع:

1. ASM Metals Handbook Vol. 5, Surface Engineering, ASM International.
2. D.S. Rickerby, A. Matthews, Advanced surface coatings: a handbook of surface engineering, Glasgow: Blackie; New York: Chapman and Hall, 1991.
3. T. Burakowski, T. Wierzchon, Surface Engineering of Metals, Principle, Equipment, Technologies, CRC Press, 1999.
4. F.W Bach, A. Laarmann, and T. Wenz, Modern Surface Technology, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany, 2004
5. J.R. Davis, Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, ASM International, 2001.
6. R. Chattopadhyay, Advanced Thermally Assisted Surface Engineering Processes, Kluwer Academic Publishers, Mumbai, India, 2004.
7. P. Lech, the science and engineering of thermals spray coatings, John Wiley, 2008
8. J.R. Davis, Handbook of Thermal Spray Technology, ASM International, 2004.
9. Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, J.R. Davis, ASM International, 2001
10. Surface Engineering of Metals, Principles, Equipment, Technologies, T. Burakowski, CRC Press, 1999
11. Introduction to Surface Engineering and Functionally Engineered Materials, Peter M. Martin, John Wiley, 2011

12. H. Dong, Surface Engineering of Light Alloys, Al, Mg, Ti, Woodhead Publishing Limited, 2010.

عنوان درس به فارسی: **مواد و انرژی‌های تجدیدپذیر**

عنوان درس به انگلیسی: Energy Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با حوزه فعالیت‌های متخصصین مهندسی مواد در زمینه توسعه فن‌آوری انرژی‌های تجدیدپذیر

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری

سرفصل:

- اهمیت موضوع انرژی- انرژی های پاک و تجدید پذیر و فناوری های مرتبط- مواد مهندسی مورد نیاز در این فناوری ها
- مواد پیشرفته در پیل های سوختی اکسید جامد و پلیمری- مواد با ساختارهای فلورایتی هدایت یونی - عیوب ساختاری- جای خالی و مکانیزم های افزایش هدایت یونی-
- انتخاب دوپنت مناسب بر اساس والانس و شعاع یونی در ساختار فلورایتی - تغییر ساختار کریستالی و پایدار سازی- پیر شدن -مرز دانه- دوپینگ دوگانه- روش فرآوری
- هدایت الکتریکی در ساختارهای فلورایتی و مکانیزم افزایش آن- هدایت یونی و الکتریکی به صورت هم زمان
- مواد با ساختارهای پروسکایتی- قابلیت هدایت یون اکسیژن- تغییرات ساختار کریستالی و محاسبه ساختار پایدار- عیوب ساختاری- جای خالی و مکانیزم های افزایش هدایت یونی- انتخاب دوپنت مناسب- دوپینگ در مکان A و B- اهمیت لانتانم گالایت ها
- هدایت الکتریکی در ساختارهای پروسکایتی- مکانیزم افزایش هدایت الکتریکی- بررسی لانتانم منگنایت ها- تاثیر فشار جزئی هیدروژن- اکسیژن ترانسپورت- اکتیواسیون لانتانم منگنایت ها- سمی شدن لانتانم منگنایت ها- کاتالیستهای هوشمند پروسکایتی

دانشگاه تهران
دفتر برنامه ریزی، گسترش و نظارت بر آموزش

- پروسکایت های هادی پروتون- مکانیزم های هدایت پروتون- بررسی باریم زیرکونایت ها
- پلیمرهای هادی پروتون در دمای محیط- مکانیزم ایجاد و افزایش هدایت یونی- بررسی سولفونیتد فلورو پلیمرها
- نانو مواد و نانو ساختارها در پیل های سوختی- مکانیزم های بهبود دهنده
- باطری های اولیه و ثانویه- باطری های لیتیمی- Lithium Intercalation در ساختارهای کربنی و ساختارهای لایه ای لیتیم کبالت- الکترولیتهای لیتیمی و حلالها- separator های پلیمری
- ذخیره سازی هیدروژن- خودروهای هیدروژنی- هیدرید های فلزی- مواد کربنی- مکانیزم های ذخیره سازی
- تولید هیدروژن- Membrane های فلزی خالص سازی هیدروژن- مکانیزم تراوش هیدروژن- دیاگرام فازی پالادیم/هیدروژن – آلیاژهای پالادیم

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری ٪۷۰	٪۳۰
		عملکردی	

منابع:

1. Perovskite Oxide for Solid Oxide Fuel Cells, Springer, 2009
2. Perovskites and Related Mixed Oxides, Concepts and Applications, Wiley-VCH, 2016
3. Lithium Ion Batteries, Advanced Materials and Technologies, CRC Press, 2012
4. Hydrogen Storage Materials, Springer Verlag, 2011
5. Membranes for Energy Conversion, WILEY-VCH Verlag, 2008

عنوان درس به فارسی: **مواد الکترونیک پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Electronic Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ◉ ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ◉

اهداف کلی درس: آشنایی با مواد الکترونیک، تئوری حاکم بر این مواد و کاربردهای آنها، وآینده ی این مواد

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری

سرفصل درس:

- مقدمه ی بر مواد الکترونیک
  - اهمیت مواد
  - اهمیت مواد الکترونیکی
  - دسته بندی مواد الکترونیک بر اساس ساختار
  - دسته بندی مواد بر اساس ابعاد
- تئوری حاکم بر مواد الکترونیک
  - دسته بندی کلاسیک فلزات، عایق ها و نیمه رساناها
  - ویژگی نیمه رساناها
  - دسته بندی انواع عایق ها
- مواد الکترونیک

- مواد هادی
- نیمه رساناهای عنصری
- معرفی عایق های جامد و کاربردها
- مواد الکترونیکی آلی

- کاربرد ابزارهای الکترونیکی

- آینده ی صنعت الکترونیک و نیمه هادی ها
  - قانون مور
  - نانو و میکرو ابزارها الکترونیکی بر پایه نانو مواد
  - روشهای رشد و تهیه نانو مواد
  - نانو مواد دو و سه بعدی
    - ❖ گرافن
    - ❖ اکسید گرافن
    - ❖ گرافن سه بعدی
    - ❖ مواد دو بعدی بعد از گرافن
  - نانو ساختارهای نامتجانس
  - الکترونیک انعطاف پذیر
  - اینترنت اشیاء

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری ٪۷۰	٪۳۰
		عملکردی	

منابع:

1. Organic Electronics Materials, Processing, Devices and Applications; Edited by Franky So; CRC Press, 2009
2. Electronic Materials Science; Irene, E.A.; Wiley, 2005.
3. Advanced Electrical and Electronics Materials; Gupta, K.M.; Gupta, Nishu; John Wiley & Sons, Inc., 2015.
4. Introduction to Electronic Materials for Engineers; Wei Gao, Zhengwei Li; Nigel Sammes; World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2011.
5. Electronic Properties of Materials; Rolf E. Hummel; Springer; 4th ed. 2011.
6. The Science and Engineering of Materials; Â Askeland, D.R.; A Fulay, P.P.; A Wright, W.J.; Cengage Learning, 2010.
7. 2D materials and van der Waals hetero-structures, Novoselov, K; Mishchenko, A; Carvalho, A; Castro Neto, A; Science, 2016.
8. Gao, L.; Flexible Device Applications of 2D Semiconductors. Small, 2017.
9. Zhang, X.; Cheng, H.; & Zhang, H.; Recent Progress in the Preparation, Assembly, Transformation, and Applications of Layer-Structured Nanodisks beyond Graphene. Advanced Materials, 2017.

عنوان درس به فارسی: **فیزیک مدرن پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Modern Physics

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با تئوری های نسبیت و کوانتوم و بررسی نتایج حاصل از این تئوری ها

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر فیزیک کلاسیک (معادلات کلاسیک مکانیک و الکترومغناطیس)
- تئوری نسبیت خاص
  - سینماتیک نسبیتی
  - دینامیک نسبیتی
  - تفسیر نتایج حاصل از نسبیت خاص
- تئوری نسبیت عام
  - کیهان شناسی نسبیتی
  - تفسیر نتایج حاصل از نسبیت عام
- تئوری کوانتوم
  - نحوه شکل گیری تئوری کوانتوم
  - نتایج حاصل از تئوری کوانتوم
  - تفاسیر فلسفی نتایج حاصل از تئوری کوانتوم

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	-	آزمون های نوشتاری ٪۱۰۰	-
		عملکردی	

منابع:

1. An Introduction to Quantum Mechanics, W. Greiner, Spring Verlag, 1989.
2. Modern Physics for Scientists and Engineering, J.R. Taylor, Prentice Hall, 1991.
3. Quantum Theory and the Schism in Physics, K.R. Popper, Hutchinson, 1982.

عنوان درس به فارسی: **اصول آنالیز حرارتی مواد**

عنوان درس به انگلیسی: Principles of Thermal Analysis of Materials

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان به اصول روش های آنالیز حرارتی مواد و نقش متغیر های موثر در حصول جواب های قابل اطمینان

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- آشنایی کلی با روش های آنالیز حرارتی، آنالیز حرارتی جرم سنجی افتراقی (Differential Thermogravimetry)، متغیر های موثر روی این آزمایش، نحوه مطالعات سینتیکی فرآیندها با این روش
- آنالیز حرارتی Differential Thermal analysis (DTA) and Differential scanning calorimetry(DSC)، متغیر های موثر در اخذ جواب مناسب از این روش، نحوه مطالعات سینتیکی با این روش
- روش های آنالیز حرارتی هم زمان، TG-DSC, TG-DTA
- روش های شناسایی و آنالیز گازها در دستگاه های آنالیز حرارتی (Evolved gas analysis (EGA) and Evolved gas detection (EGD)
- ترکیب روش های EGA و EGD با TG و DSC یا DTA
- روش های آنالیز حرارتی مکانیکی- حرارتی ، Thermodilatometry(TDA), Thermomechanical Analysis (TMA) and Dynamic Thermomechanometry(DMA)، سایر روش های آنالیز حرارتی و روش های کالریمتری در دمای ثابت

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری: ٪۳۵	٪۲۵
		عملکردی:-	

منابع

1. Micheal E. Brown," Introduction to Thermal Analysis Techniques and Applications" Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 2001.
2. Paul Gabbott," Principles and Application of Thermal Analysis" Blackwell publishing, 2008.
3. Robert F. Speyer," Thermal Analysis of Materials" Marcel Dekker INC., 1994.
4. T. Hatakeyama, Z. Liu," Hand Book of Thermal Analysis",John wiley & sons, 1998.
5. P. J. Haines, "Principles of Thermal Analysis and Calorimetry", 2002, RSC.
6. W.W.M. Wendlandt, "Thermal Analysis", 1986, John Wiley & Sons.
7. Stephen Z.D. Cheng" Hand book of Thermal Analysis and Calorimetry" Elsevier, 2002.
8. Joseph D. Menczel and R. Bruce Prime "Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications" Wiley, 2009.

عنوان درس به فارسی: **تئوری و مهندسی مرزدانه ها**

عنوان درس به انگلیسی: The Theory & Engineering of Grain Boundaries

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی: دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: انتقال دانش لازم جهت مهندسی مرزدانه ها و بهینه سازی خواص متالورژیکی (مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی)

تعداد ساعت درس: ۳۲

سرفصل درس:

- تعریف، ساختار و ترمودینامیک مرزدانه ها
  - تشریح بلورشناسی مرزدانه ها
  - ساختار اتمی مرزدانه ها
  - دسته بندی مرزهای بزرگ زاویه
  - ترمودینامیک مرزدانه ها
- نظم هندسی در مرزدانه ها
  - هندسه مرزدانه ها
  - منطقه های منطبق شبکه
  - جزئیات و انواع مختلف مرزدانه ها
- ساختار اتمی مرزدانه ها
  - مدل گوی های سخت
  - مدل واحد ساختاری
  - محدودیتهای مدل واحد ساختاری

- مدل واحد ساختاری و نابجائیهای ذاتی مرزدانه ها
- مدل واحد ساختاری - نابجائی

– نظم تنش مکانیکی مرزدانه ها

- رهیافت محیط های پیوسته
- رهیافت محیط های غیر پیوسته و مجزا
- مدل Ballmann
- نابجائی های مرزدانه ای جزئی
- میدان های تنشی مربوط به نابجائی های ذاتی

– انرژی و نظم – بی نظمی مرزدانه ها

- نظم و بی نظمی مرزدانه ها در دمای بالا
- انرژی سطحی : جنبه های ترمودینامیکی و فاکتورهای انرژیکی
- درجه آزادی ماکروسکوپی و انرژی سطحی
- درجه آزادی میکروسکوپی و انرژی سطحی
- انرژی و طبقه بندی مرزدانه ها

– نقائص در ساختار مرزدانه ها

- نقائص نقطه ای
- نقائص خطی

– جدایش مرزدانه ها

- نیروی محرکه جدایش تعادلی
- رهیافتهای ترمودینامیکی جدایش تعادلی
- مدل های جدایش بر اساس مکانیک آماری
- جدایش متوسط در مرزدانه ها
- ارتباط بین جدایش و ساختار مرزدانه ها
- انتقال پیش ترشوندگی با یا بر بر اثر جدایش در مرزدانه ها

- نقش نابجائی های غیرذاتی در جدایش تعادلی مرزدانه ای
- جدایش غیر تعادلی در مرزدانه ها

– مهاجرت مرزدانه ها و عوامل موثر بر آن

- نیروی محرکه مهاجرت مرزدانه ها
- اثرات قلاب کنندگی در حین حرکت مرزدانه ها
- تاثیر استحاله های فازی ترکننده بر مهاجرت مرزدانه ها
- مکانیزم های مهاجرت مرزدانه ها
- کاربردها

– رسوب گذاری در مرزدانه ها

- جنبه های انرژیکی و ترمودینامیکی
- انواع فصول مشترک و رسوبات
- نظریه عمومی wulff در جوانه های تعادلی در مرزدانه ها
- رشد رسوب مرزدانه ای
- موضعی شدن رسوبات مرزدانه ای بر روی نابجائی های غیر ذاتی

– برهم کنش بین نابجائی و مرزدانه ها

- برهم کنش الاستیکی بلند دامنه
- وضعیت قرارگیری نابجائی در مجاورت یک مرزدانه
- بر هم کنش های کوتاه دامنه بین نواقص خطی و صفحه ای

– اتصالات سه گانه و اثرات آن

- هندسه اتصالات سه گانه
- تعادل در اتصالات سه گانه
- انرژی اتصالات سه گانه
- نقائص اتصالات سه گانه
- از سه کریستالی تا چند کریستالی

- ریلکس شدن تنش در مرزدانه ها
  - مدلهای همسازی و تطابق نابجائی های غیرذاتی
  - تکامل و پیدایش میدانهای تنشی نابجائی های غیرذاتی
  - پیدایش و تکامل میدان های تنشی نابجائی های غیرذاتی با زمان
- شبکه مرزدانه ها و بافت مرزدانه ای
  - معیارهای توزیع مرزدانه ها
  - محاسبه توزیع انحراف
  - توضیح صفحه مرزدانه ای
  - توزیع پارامترهای پنجگانه ماکروسکوپی مرزدانه ها
  - توزیع خواص مرزدانه ها
  - توزیع اتصالات سه گانه
  - بافت موضعی مرزدانه ها
- کاربردها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۳۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری: ٪۲۰ عملکردی: ٪۱۰	٪۱۰

منابع

1. Louisette Priester, Grain Boundaries from Theory to Engineering, Springer, 2013.
2. Gunter Gottstein, Lasar S. Shvindlerman, Grain Boundary Migration in Metals, CRC Press, 1999.

عنوان درس به فارسی: **سمینار**

عنوان درس به انگلیسی: Seminar

تعداد واحد: ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: ندارد همنیاز: ندارد

نوع درس: تخصصی ○ اختیاری ◉

آموزش تکمیلی : دارد ○ ندارد ◉ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنا شدن دانشجو با نحوه گردآوری مطالب تئوری و تحقیقاتی با استفاده از روش های متداول روز دنیا در ارتباط با یک موضوع خاص و ارائه مطالب تهیه شده به همراه تجزیه و تحلیل در یک ارائه شفاهی.

تعداد ساعات درس: ۳۲

سرفصل درس:

- بررسی مطالعاتی در یکی از موضوعات مبوط به انتخاب و شناسایی و خواص مواد مهندسی شامل تهیه لیست اخرین مقالات علمی در زمینه مورد نظر با استفاده از اخرین روش های جستجوی منابع و مراجع علمی
- جمع اوری مقالات با انجام مطالعات تئوریک و نقد و بررسی کار های انجام شده و جمع بندی ان ها و نتیجه گیری نهایی.
- در انجام سمینار هیچگونه ازمایشی صورت نمی گیرد و فقط بررسی و تحلیل مطالبی که توسط دیگر محققان صورت گرفته انجام می شود. موضوع سمینار می بایست متفاوت از عنوان پروژه ارشد بوده ولی می تواند بخشی از مطالعات اولیه پروژه را دربرگیرد.
- سمینار بعد از تایپ و تدوین در یک جلسه از پیش تعیین شده با حضور استاد راهنما ، سرپرست گرایش و دانشجویان گرایش مربوطه ارائه می گردد.

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	۰	به صورت ارائه شفاهی ۱۰۰٪	۰
		عملکردی ۰	

منابع:

1. Analytical Writing, William E. Winner, Morgan and Claypool Publishers, 2013
2. Technical Report Writing Today, Daniel Riordan, 10th Edition, Cengage Learning, 2014
3. How to Write Technical Reports, Hering, Lutz, Hering, Heike, 2010
4. The Craft of Research, Wayne C. Booth and Gregory G. Colomb, 3rd Edition, the university of Chicago press limited, 2008
5. Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills, John M. Swales and E. B. White, 4th Edition, Pearson press, 2000