



برنامه درسی

رشته : مهندسی مواد و متالورژی

گرایش: شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

دوره : کارشناسی ارشد

دانشکده : مهندسی

مصوب جلسه مورخ ۹۷/۱۲/۱۳ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین‌نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی تدوین شده و در جلسه مورخ ۹۷/۱۲/۱۳ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: مهندسی مواد و متالورژی گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

دوره: کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی مهندسی مواد و متالورژی تدوین شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه درسی مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه برسد.

ایمان الله بیگدلی

مدیر برنامه ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

مرتضی کرمی

رئیس گروه برنامه ریزی آموزشی و درسی دانشگاه

رضا پیش قدم

معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۷/۱۲/۱۳ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی مهندسی مواد و متالورژی گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است. به واحد ذی ربط ابلاغ شود.

محمد کافی

رئیس دانشگاه





معاونت آموزشی

شورای برنامه ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی مواد و متالورژی

گرایش: شناسایی و انتخاب مواد مهندسی





فصل اول

مشخصات کلی



تعریف رشته:

مهندسی مواد و متالورژی گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی شامل پژوهش و تحقیق برای دستیابی به دانش پایه و اساسی در مورد ساختار درونی، خواص و ارتباط آن‌ها با فرآیندهای ساخت مواد است.

هدف رشته:

این رشته اصولاً در ارتباط با استفاده عملی از دانش پایه مواد (علم مواد) است به گونه‌ای که بتوان مواد را به محصولات دلخواه یا مورد نیاز جامعه تبدیل کرد.

ضرورت و اهمیت رشته:

این رشته مطالعه همه چیزهایی است که بشر در زندگی روزمره با آن سروکار دارد؛ شامل: فلزات، پلیمرها، سرامیک‌ها، نانو مواد و مواد هوشمند و پیشرفته. درک اینکه مواد چگونه کنار هم قرار بگیرند، چگونه استفاده شوند، چگونه تغییر می‌کنند و چگونه می‌توانند اشیاء و چیزهای شگفت‌انگیز بسازند یا حتی کاملاً یک ماده جدید ساخته شود، مهندسی مواد و متالورژی با همه آن‌ها درگیر است.

نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان:

مهندسی مواد و متالورژی گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی با مهارت خاصی مواد را بسته به اصول استنباط شده از چگونگی رفتار مواد در قرار گرفتن کنار هم که اغلب در مقیاس غیرقابل دید با چشم غیر مسلح است، تغییر داده و بهبود می‌دهند.

طول دوره و شکل نظام:

طول دوره ۲ سال یا ۴ نیمسال تحصیلی است که به صورت نظری (تئوری) و عملی (آزمایشگاهی) همراه با یک پروژه تحقیقاتی برگزار می‌شود. دانشجوی موظف است حداکثر ۱۲ واحد را با تشخیص گروه به‌عنوان جبرانی بگذرانند.

تعداد و نوع واحدها درسی:

تعداد واحدها ۳۶ واحد است که در قالب ۱۰ واحد تخصصی، ۱۴ واحد اختیاری و ۶ واحد پایان‌نامه ارائه می‌گردد. برای این رشته - گرایش بسته‌هایی از دروس پیشنهاد شده است که هر دانشجوی می‌تواند حسب نیاز دروس اختیاری خود را از آن بسته‌ها انتخاب نماید. بسته‌های تعریف شده عبارت‌اند از:

۱. خواص و رفتار فیزیکی مواد

۲. رفتار مکانیکی و شکل دادن مواد



۳. فراوری‌های شیمیایی مواد

۴. جوشکاری

۵. خوردگی

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

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





فصل دوم:

واحدهای درسی و جداول دروس



جدول ۱- دروس جبرانی

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	خواص فیزیکی مواد ۱	۱
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	۲
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	خواص مکانیکی مواد ۱	۳
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	خواص مکانیکی مواد ۲	۴
-	۱۶	-	۱۶	۱	-	۱	انتقال مطالب علمی و فنی	۵
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	ترمودینامیک (۳ واحد)	۶
-	۴۸	-	۴۸	۳	-	۳	ریاضیات مهندسی (۳ واحد)	۷
-	۲۸۸	-	۲۸۸	۱۸	-	۱۸	جمع کل	

جدول ۲- دروس تخصصی

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	ترمودینامیک پیشرفته مواد	۱
-	۱۶	-	۱۶	۱	-	۱	طراحی آزمایش	۲
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	تغییر حالت‌های متالورژیکی	۳
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	تئوری نابجایی	۴
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مشخصه یابی پیشرفته مواد	۵
مشخصه یابی پیشرفته مواد	۳۲	۳۲	-	۱	۱	-	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد	۶
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	سمینار	۷
-	۲۰۸	۳۲	۱۷۶	۱۲	۱	۱۱	جمع کل	



جدول ۳- دروس اختیاری

بسته تخصصی خواص و رفتار فیزیکی مواد								
پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	۱۶	-	۱۶	۱	-	۱	خطا در اندازه گیری	۱
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	ریاضیات پیشرفته مهندسی	۲
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	خواص الکتریکی، نوری و مغناطیسی مواد	۳
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	نانو مواد	۴
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	متالورژی پودر پیشرفته	۵
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مواد مرکب	۶
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	روش های اجزاء محدود	۷
تغییر حالت های متالورژیکی	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	نفوذ در جامدات	۸
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	فرایندهای انجماد پیشرفته	۹
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مهندسی سطح پیشرفته	۱۰
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	پلیمر پیشرفته	۱۱
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مطالب ویژه	۱۲
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	بیومواد	۱۳
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مواد در کاربردهای انرژی	۱۴
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	آمار در مهندسی مواد	۱۵
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	روش های نوین فراوری و تولید مواد	۱۶



بسته تخصصی رفتار مکانیکی و شکل دادن مواد								
پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	۱۶	-	۱۶	۱	-	۱	خطا در اندازه گیری	۱
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	ریاضیات پیشرفته مهندسی	۲
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مدل سازی و شبیه سازی در مهندسی مواد	۳
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مکانیک شکست	۴
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	خزش	۵
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	روش های اجزاء محدود	۶
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مطالب ویژه	۷
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	آمار در مهندسی مواد	۸
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	شکل دهی گرم مواد	۹
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	نظریه های کشسان و مومسان	۱۰
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	شکل پذیری مواد	۱۱
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مکانیک مواد مرکب	۱۲
-	۳۲	۳۲	-	۱	۱	-	آزمایشگاه شکل دادن پیشرفته	۱۳
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	شکل دهی فشاری	۱۴
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	شکل دهی ورق	۱۵
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	ابرمومسانی در مواد مهندسی	۱۶
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	خستگی	۱۷



بسته تخصصی فراوری‌های شیمیایی مواد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات		
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	خطا در اندازه گیری	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶
۲	ریاضیات پیشرفته مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۳	سینتیک پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۴	پدیده‌های انتقال پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۵	روش‌های اجزاء محدود	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۶	مطالب ویژه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۷	آمار در مهندسی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۸	کنترل کیفیت پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۹	روش‌های نوین فراوری و تولید مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۰	استخراج فلزات نادر	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۱	تولید و مصرف آهن اسفنجی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۲	طرح و کنترل فرایندهای مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۳	ملاحظات زیست‌محیطی و بازیافت مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۴	سیستم‌های چندجزئی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۵	اصول فرایندهای پیرومتالورژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۶	اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۷	آزمایشگاه فرایندهای شیمیایی مواد	-	۱	۱	۳۲	۳۲	۳۲



بسته تخصصی جوشکاری								
پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
-	۱۶	-	۱۶	۱	-	۱	خطا در اندازه گیری	۱
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	ریاضیات پیشرفته مهندسی	۲
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مدل سازی و شبیه سازی در مهندسی مواد	۳
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	پدیده های انتقال پیشرفته	۴
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مکانیک شکست	۵
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	فرایندهای انجماد پیشرفته	۶
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	مطالب ویژه	۷
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	آمار در مهندسی مواد	۸
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	کنترل کیفیت پیشرفته	۹
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	روش های جوشکاری پیشرفته	۱۰
-	۳۲	۳۲	-	۱	۱	-	آزمایشگاه جوشکاری پیشرفته	۱۱
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	متالورژی جوشکاری پیشرفته	۱۲
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	تحلیل تنش و طراحی سازه های جوشی	۱۳
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	لحیم کاری سخت و نرم	۱۴
-	۳۲	-	۳۲	۲	-	۲	بازرسی جوش و استانداردهای جوشکاری	۱۵



بسته تخصصی خوردگی							
ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات		
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	خطا در اندازه گیری	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶
۲	ریاضیات پیشرفته مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۳	سیتیک پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۴	روش های اجزاء محدود	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۵	مهندسی سطح پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۶	مطالب ویژه	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۷	آمار در مهندسی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۸	خوردگی پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۹	آزمایشگاه خوردگی پیشرفته	-	۱	۱	۳۲	۳۲	-
۱۰	الکتروشیمی پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۱	روش های کنترل خوردگی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۲	آزمایشگاه روش های کنترل خوردگی	-	۱	۱	۳۲	۳۲	-
۱۳	خوردگی داغ و اکسیداسیون دمای بالا	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۴	جنبه های مکانیکی خوردگی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۵	مدیریت خوردگی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۶	خوردگی در محیط های طبیعی و صنعتی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲
۱۷	بررسی علل تخریب مواد	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶





فصل سوم:

مشخصات دروس



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): ترمودینامیک پیشرفته مواد

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Thermodynamics of Materials**

نوع درس: تخصصی پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته ترمودینامیک در حوزه مهندسی مواد و به کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- تجزیه و تحلیل فرایندهای مواد و متالورژی از منظر ترمودینامیکی
- استفاده از مبانی ترمودینامیک در موضوعات پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

- مرور قوانین اول، دوم و سوم ترمودینامیک
- مروری بر ترمودینامیک واکنش‌ها، دیاگرام‌های الینگهام-ریچاردسون
- مروری بر پایداری فازها در سیستم تک جزئی
- ترمودینامیک محلول‌ها: پتانسیل شیمیایی، مفهوم فیوگاسیته و اکتیویته، خواص مولار جزئی، تعادل در سیستم‌های غیر همگن (شامل بیش از یک فاز)، معیار تعادل ترمودینامیکی، قانون فازهای گیبس، محلول‌های ایده‌آل و حقیقی، رفتار راولت و هنری، محلول‌های باقاعده، توابع ترمودینامیکی انحلال، توابع اضافی، مدل شبه شیمیایی
- حالت‌های استاندارد: استاندارد جامد خالص، استاندارد مذاب خالص، حالت استاندارد راولتی، حالت استاندارد هنری، حالت استاندارد یک درصد اتمی و یک درصد وزنی
- دیاگرام‌های تعادلی فاز در سیستم‌های دوجزئی، رسم دیاگرام‌های فاز دوجزئی برای محلول‌های ایده‌آل (حلالیت کامل در حالت مذاب و جامد)، رسم دیاگرام‌های فاز دوجزئی برای محلول‌های با حلالیت جزئی در حالت جامد، رسم دیاگرام‌های فاز دوجزئی برای محلول‌های بدون حلالیت در حالت جامد
- رسم منحنی‌های انرژی آزاد انحلال برای محلول‌های باقاعده و ارتباط آن با اکتیویته و دیاگرام فاز، محلول‌های با انحراف مثبت و اصول ترمودینامیکی تجزیه فاز، دمای بحرانی تجزیه فاز، رسم دیاگرام‌های فاز دوجزئی برای محلول‌های باقاعده



- محلول‌های رقیق چندجزیی و ضرایب تأثیر متقابل، حلالیت گازها در فلزات
- ترمودینامیک الکتروشیمی
- ترمودینامیک سطوح و فصل مشترک
- آشنایی و کار با نرم‌افزارهای ترمودینامیکی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل ترمودینامیکی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	-	نوشتاری: %۶۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Gaskell, D. R., Laughlin, D. E. (2017). *Introduction to the Thermodynamics of Materials*. 6th ed., Florida: CRC Press.

منابع فرعی:

DeHoff, R. (2006). *Thermodynamics in Materials Science*. 2nd ed., Florida: CRC Press.

Swalin, R. A. (1972). *Thermodynamics of Solids*. 2nd Ed., Weinheim: Wiley-VCH.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): طراحی آزمایش

عنوان درس (انگلیسی): Design of Experiments

نوع درس: تخصصی پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۱ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۱۶

اهداف درس:

آشنایی و به کارگیری روش های کاهش تعداد آزمایش های لازم جهت افزایش بهره وری و بهینه سازی عملیات و کاهش هزینه ها.

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

توانایی طراحی آزمایش در شرایط واقعی و تحلیل نتایج با به کارگیری روش های مختلف

سرفصل درس:

- مقدمه: آشنایی با عملیات اعداد و مفاهیم بنیادین آماری، لزوم طراحی آزمایش ها، تعاریف، شرایط لازم برای آزمایش مطلوب، تعیین تعداد آزمایش
- انواع روش انجام آزمایش
- طرح های بخشی (کسری) و کاربرد آنها
- مبانی طرح های روش های پاسخ سطحی، تحلیل آزمایش های با روش پاسخ سطحی
- اختلاط و بلوک بندی در طرح های دو سطحی
- عناصر تصمیم گیری در طراحی آزمایش، تعیین سطح مخاطره، تعیین شاخص
- آزمایش های مقایسه ای ساده، تصمیم گیری میانگین و واریانس جمعیت ها
- معرفی کامل روش تاگوچی
- طراحی و تحلیل آزمایش های صنعتی

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی، مباحثه و شرکت فعال دانشجویان در بحث های گروهی
- انجام گروهی پژوهش و ارائه گزارش نهایی آن توسط دانشجویان



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۴۰	نوشتاری: %۵۰	-	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Antony, J. (2014). *Design of Experiments for Engineers and Scientists*. Amsterdam: Elsevier Science.

منابع فرعی:

Box, G. E. P., Hunter, J. S., & Hunter, W. G. (2005). *Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery*. Wiley-Interscience.

Montgomery, D.C., (1991). *Design and Analysis of Experiments*. NJ: John Wiley & Sons.

Roy, R. K. (2010). *A Primer on the Taguchi Method*. 2nd Ed., Michigan: Society of Manufacturing Engineers.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): تغییر حالت‌های متالورژیکی

عنوان درس (انگلیسی): Metallurgical Phase Transformations

نوع درس: تخصصی پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آموزش مباحث تخصصی در زمینه دگرگونی فازها و به‌ویژه در حالت جامد ماده

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر تعاریف و مفاهیم اولیه تغییر حالت‌ها در مقیاس‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی، کاربرد آن در مقوله‌های علمی و کاربردی
- ترمودینامیک و تغییر حالت‌ها، تغییر حالت‌ها بر اساس ترمودینامیک در شرایط تعادلی
- سیستم‌های تک جزئی
- نیروی محرکه برای انجام تحولات
- تعادل در سیستم‌های همگن و غیر همگن
- تأثیر فصل مشترک‌ها بر تعادل
- سیستم‌های دو جزئی و سه جزئی
- دیاگرام‌های فازی
- سطوح مشترک کریستالی و ریزساختار
- انرژی آزاد فصل مشترک، فصل مشترک‌های جامد-بخار
- مرزها در جامدات تک فازی
- تعادل در مواد پلی کریستال
- سطوح مشترک در جامدات
- سطوح مشترک فازی پیچیده نیمه کوهیرنت
- تأثیر انرژی فصل مشترک بر شکل فاز ثانویه
- فصل مشترک جامد-مذاب، مهاجرت فصل مشترک



- انجماد
- جوانه‌زنی در فلزات خالص، جوانه‌زنی همگن و غیر همگن
- رشد جامد خالص
- جریان حرارتی و پایداری فصل مشترک
- انواع واکنش‌های نفوذی در جامد و مذاب، ویژگی‌های تغییر حالت‌های نفوذی
- جدایش‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی در دگرگونی‌های فازی
- روش‌های اندازه‌گیری سرعت تغییر حالت، معادلات سرعت تغییر حالت‌ها
- استحاله‌های نفوذی در جامدات
- تشکیل رسوب
- تغییر حالت اسپینودالی
- استحاله‌های یوتکتیکی، استحاله بینیتی
- بینیت بالای و بینیت پایینی، مکانیسم‌ها و مشخصات کریستالوگرافی ساختار بینیتی
- تغییر حالت‌های مارتنزیتی، کریستالوگرافی مارتنزیت، تئوری‌های جوانه‌زنی مارتنزیت، مکانیسم‌های تشکیل انواع مارتنزیت، تمپر کردن مارتنزیت و استحاله‌های مرتبط با این تحول، مارتنزیت در فولادها و چدن‌ها.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل ترمودینامیکی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۵	%۲۰	نوشتاری: %۶۵	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

کیانی رشید، علیرضا، حسن‌زاده مقدم، یگانه (۱۳۹۵). *استحاله فازی بینیتی*. مشهد: واژگان خرد.

منابع فرعی:

Cahn, R.W. (1991). *Phase Transformations in Materials-Vol. 5*. NJ: Wiley-VCH.

Merick, G., Powell, G. W. (1973). *Phase Transformations in Metals and Alloys*. Annual Review of Materials Science-Vol. 3.

Porter, D. A., Easterling, K. E., & Sherif, M. (2009). *Phase Transformations in Metals and Alloys*. third Edition. Abingdon: Routledge.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): تئوری نابجایی

عنوان درس (انگلیسی): Dislocation Theory

نوع درس: تخصصی پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم اولیه‌ی متالورژی فیزیکی برای درک کامل و عمیق رفتار مکانیکی مواد بلورین

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با دو مفهوم (رفتار) مهم مواد بلورین مهندسی (به‌خصوص فلزات)، تسلیم شدن و کار سختی، بر پایه تئوری نابجایی این درس به‌عنوان درس کلیدی برای فهم رفتار و خواص مکانیکی مواد مهندسی شناخته می‌شود. دانشجوی برای اخذ این درس می‌باید معلوماتی در حد درس خواص مکانیکی مواد ۱ داشته باشد؛ بنابراین توصیه می‌شود درس خواص مکانیکی مواد ۱ را گذرانده باشد و یا قبلاً مرور کاملی از موضوعات مختلف این درس داشته باشد.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای از رفتار تسلیم و کارسختی
- مروری بر عیب‌های بلوری و خواص فیزیکی و مکانیکی مرتبط با این عیب‌ها در مواد جامد بلورین
- عیب‌های بلوری در مواد بلورین غیرفلزی
- انحلال در حالت جامد، محلول‌های جامد و مروری بر استحکام‌بخشی محلول‌های جامد
- مقدمه‌ای بر نابجایی (عیب خطی) و آشنایی با هندسه آن
- مدل فرنکل برای استحکام تئوری مواد بلورین، نقش نابجایی در تغییر شکل مومسان مواد با سازوکار لغزش
- معرفی نابجایی‌های لبه‌ای، پیچی و ترکیبی و تعریف مدار و بردار برگرس
- چگونگی استقرار نابجایی‌ها در شبکه بلورین، چگالی نابجایی
- انواع روش‌های متداول برای مشاهده نابجایی‌ها و مروری بر تصاویر TEM
- حرکت نابجایی (لغزش) و تعریف دستگاه لغزش، دستگاه‌های لغزش در شبکه‌های مختلف بلوری
- تحلیل اشمید برای تبیین نقش اصول مکانیکی و کریستالوگرافی در فرایند لغزش



- مؤلفه تنش برشی بحرانی برای لغزش و نقش عوامل مؤثر بر آن
- مقاومت ذاتی اصطکاکی برای حرکت نابجایی در شبکه، سد انرژی پیرلز- نابارو و تنش پیرلز- نابارو
- حرکت نابجایی با سازوکار تشکیل و حرکت کینک
- لغزش متقاطع، سرعت نابجایی و فرایند صعود نابجایی
- حلقه‌های برشی و منشوری نابجایی، کرنش مومسان شبکه با لغزش
- خواص کشسان نابجایی
- تعریف هسته نابجایی، انرژی نابجایی
- کشش خطی نابجایی، نیروهای بین نابجایی‌ها
- نابجایی‌ها در شبکه بلوری FCC، تجزیه نابجایی کامل (نابجایی جزئی شاکلی) و نقش انرژی خطای چیدمان بر لغزش متقاطع
- قفل‌های لومر و لومر-کاترل، نابجایی‌ها در شبکه HCP
- نابجایی‌ها در شبکه BCC، جاگ و کینک و تقاطع نابجایی‌ها، ابرجاگ‌ها، حرکت نابجایی‌ها همراه با جاگ و کینک و کارسختی شبکه

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی، مباحثه و شرکت فعال دانشجویان در بحث‌های گروهی
- انجام تمرین‌های کلاسی و تحقیق پایانی توسط دانشجو

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۵	%۳۵	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Lagerlof, P. (2018). *Crystal Dislocations: Their Impact on Physical Properties of Crystals*. Basel: MDPI.

منابع فرعی:

Dieter, G. E. (1988). *Mechanical Metallurgy*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Hull, D., Bacon, D. J. (2011). *Introduction to Dislocations*. 5th Ed., Oxford: Butterworth-Heinemann Publications.

Kelly, A., Knowles, K. M. (2012). *Crystallography and Crystal Defects*. 2nd Ed., NJ: John Wiley & Sons Publications.

Meyers, M. A., Chawla, K. K. (2009). *Mechanical Behavior of Materials*. Cambridge: Cambridge University Press.

Tilley, R. J. D. (2008). *Defects in Solids*. NJ: John Wiley & Sons Publications.

Weertman, J., Weertman, J. R. (1966). *Elementary Dislocation Theory*. London: The



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **مشخصه یابی پیشرفته مواد**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Characterization of Materials**

نوع درس: تخصصی پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با روش های جدید و پیشرفته آنالیز

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

شناسایی و مشخصه یابی مواد

سرفصل درس:

- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM): معرفی، اصول و مبانی کار، نحوه تشکیل تصویر، کاربرد و نمونه سازی
- میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM): معرفی، اصول و مبانی کار، پراش، نحوه تشکیل تصویر، کاربرد و نمونه سازی
- میکروسکوپ پروبی روبشی (SPM)
- اشعه ایکس: اصول و مبانی فیزیکی، آشکارسازها، تفرق، پراش، کاربرد و نمونه سازی، آنالیز شیمیائی XRF و مقایسه آن با روش EDS و WDS، آنالیز فازی XRD
- میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM: Atomic Force Microscopy)
- میکروسکوپ نیروی جانبی (LFM: Lateral Force Microscopy)
- میکروسکوپ تونلی روبشی (STM: Scanning Tunneling Microscopy)
- میکروسکوپ نیروی مغناطیسی (MFM: Magnetic Force Microscopy)
- میکروسکوپ نیروی الکتریکی (EFM: Electric Force Microscopy)
- میکروسکوپ گرمایی روبشی (SThM: Scanning Thermal Microscopy)
- آنالیز حرارتی: آنالیز حرارتی افتراقی (DTA: Differential Thermal Analysis) و روش گرماسنجی روبشی افتراقی (DSC: Differential Scanning Calorimetry)



- روش وزن سنجی حرارتی (TGA: Thermo Gravimetric Analysis)
- روش دیلاتومتری (Dilatometry)
- طیف‌سنجی الکترونی و یونی برای آنالیز سطح: روش طیف‌سنجی فوتوالکترون پرتو X (XPS: X-ray Photoelectron)، روش طیف‌سنجی الکترون اوزۀ (AES: Auger Electron Spectroscopy) و روش طیف‌سنجی جرمی یون ثانویه (SIMS: Secondary Ion Mass Spectroscopy)

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	-	نوشتاری: ٪۶۰	٪۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Egerton, R. F. (2016). *Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM*. 2nd ed., Berlin: Springer.

منابع فرعی:

سجادی، عبدالکریم، صبا، فرهاد (۱۳۹۱). روش‌های پیشرفته شناخت مواد: مقدمه‌ای بر روش‌های میکروسکوپی، طیف‌سنجی و آنالیز حرارتی. مشهد: انتشارات واژگان خرد.

Cullity, B. D., Stock, S. R. (2001). *Elements of X-ray Diffractions*. 3rd ed., London: Pearson.

Goldstein, J., Newbury, D. E., Joy, D. C., Lyman, C. E., Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L., & Michael, J. R. (2007). *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*. 3rd ed., Berlin: Springer.

Khursheed, A. (2011). *Scanning Electron Microscope Optics and Spectrometers*. Singapore: World Scientific Pub. Co. Inc.

Purutton, M., El gomati, M. M. (2006). *Scanning Auger Electron Microscopy*. NJ: Wiley.

Williams, D. B., Carter, C. B. (2009). *Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science*. 2nd ed., Berlin: Springer.

Zhou, W., Wang, Z. L. (2007). *Scanning Microscopy for Nanotechnology: Techniques and Applications*. Berlin: Springer Science & Business Media.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Characterization of Materials Laboratory

نوع درس: تخصصی پیش نیاز / هم نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش نیاز: مشخصه یابی پیشرفته مواد

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: عملی

تعداد واحد: ۱

اهداف درس:

آشنایی عملی با مباحث تئوری مطرح شده در درس شناسایی مواد

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

آشنایی با دستگاه هایی که در مطالعه، شناسایی و مشخصه یابی مواد از آنها استفاده می شود و نحوه استفاده از آنها

سرفصل درس:

- بازدید و استفاده از دستگاه آنالیز اشعه ایکس (XRD)
- بازدید و استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)
- بازدید و استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
- بازدید و استفاده از دستگاه میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)
- بازدید و استفاده از دستگاه سنجش اندازه ذرات، پتانسیل زتا و دستگاه آنالیز ICP
- بازدید و استفاده از دستگاه دیلاتومتری و دستگاه آنالیز حرارتی افتراقی (DTA)

روش یاددهی - یادگیری:

شرکت پیوسته و فعال در آزمایشگاه ها و بازدیدهای مرتبط با بحث، ارائه سمینار.

روش ارزیابی:

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



تجهیزات و امکانات موردنیاز:

امکان بازدید مستمر از آزمایشگاه مرکزی و سایر آزمایشگاه‌های مرتبط در دانشگاه و سطح شهر

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Egerton, R. F. (2016). *Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM*. 2nd ed., Berlin: Springer.

منابع فرعی:

سجادی، عبدالکریم، صبا، فرهاد (۱۳۹۱). روش‌های پیشرفته شناخت مواد: مقدمه‌ای بر روش‌های میکروسکوپی، طیف‌سنجی و آنالیز حرارتی. مشهد: انتشارات واژگان خرد.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **سمینار**

عنوان درس (انگلیسی): **Seminar**

نوع درس: تخصصی پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با نحوه گردآوری و ارائه مطالب تئوری و تحقیقاتی.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

جمع‌آوری مطالب و مقالات مرتبط با یک موضوع خاص و بیان آن در حضور دیگران

سرفصل درس:

بررسی مطالب و مقالات جدید مرتبط با یک موضوع روز

روش یاددهی - یادگیری:

این درس به صورت مطالعه مستقل فردی و ارائه شفاهی توسط دانشجویان ارائه می‌گردد.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	نوشتاری: ۲۰٪ عملکردی: ۸۰٪	-

فهرست منابع:

Riordan, D. (2014). *Technical Report Writing Today*. 10th ed., Boston: Cengage Learning.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **خطا در اندازه گیری**

عنوان درس (انگلیسی): **Error in Measurement**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۱ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۱۶

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم بنیادین آماری، انواع خطاهای موجود در اندازه گیری، طریقه کاهش و رفع آن‌ها

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

درک صحیح و کامل نحوه انجام تحقیق در مهندسی مواد

سرفصل درس:

- مقدمه و تعریف انواع خطا
- عملیات اعداد و ماهیت اندازه گیری
- مفاهیم بنیادین آماری و روش ارائه داده‌ها
- خطاهای اندازه گیری
- احتمالات و انواع روش‌های توزیع

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی، مباحثه و شرکت فعال دانشجویان در بحث‌های گروهی
- انجام گروهی پژوهش و ارائه گزارش نهایی آن توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	-	نوشتاری: ٪۵۰ (ارائه گزارش)	٪۴۰
		عملکردی: -	



منابع اصلی:

Antony, J. (2014). *Design of Experiments for Engineers and Scientists*. Amsterdam: Elsevier Science.

Perron, B., Gillespie, D. (2015). *Key Concepts in Measurement*. Oxford: Oxford University Press.

منابع فرعی:

Box, G. E. P., Hunter, J. S., & Hunter, W. G. (2009). *Statistics for experimenters: design, innovation, and discovery*. NJ: Wiley-Interscience.

Czichos, H., Saito, T., & Smith, L. E. (2007). *Springer Handbook of Materials Measurement Methods*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

Fornasini, P. (2010). *The Uncertainty in Physical Measurements: An Introduction to Data Analysis in the Physics Laboratory*. New York: Springer.

Roy, R. K. (2010). *A Primer on the Taguchi Method*, 2nd ed., Michigan: Society of Manufacturing Engineers.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): ریاضیات پیشرفته مهندسی

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Engineering Mathematics

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

حل مسئله و کاربردهای مهندسی ریاضیات پیشرفته

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با کاربردهای ریاضیات در مهندسی، تحلیل مسائل و استفاده از آن در پدیده‌های مهندسی و صنعتی

سرفصل درس:

- مشتقات جزئی در توابع چندمتغیره
- حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی
- سری فوریه
- روش تبدیل لاپلاس
- توابع مختلط پیشرفته و روش‌های انتگرال‌گیری
- قضایای کوشی
- سری‌ها
- توابع اولر
- ماتریس‌ها و دترمینان‌ها
- حل عددی معادلات دیفرانسیل
- احتمالات
- تانسورها و توابع برداری

روش یاددهی - یادگیری:

▪ سخنرانی، مباحثه و شرکت فعال دانشجویان در بحث‌های گروهی



▪ انجام تمرین های کلاسی و تحقیق پایانی توسط دانشجو

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Ghahramani, S. (2015). *Fundamental of Probability: With Stochastic Processes*. Florida: CRC Press.

Itskov, M. (2015). *Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers*. Basel: Springer International Publishing.

منابع فرعی:

Kreyszig, E. (2011). *Advanced Engineering Mathematics*. 10th ed., NJ: Wiley.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): خواص الکتریکی، نوری و مغناطیسی مواد

عنوان درس (انگلیسی): Electrical, Optical and Magnetic Properties of Materials

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با خواص الکتریکی، نوری و مغناطیسی مواد و اصول فیزیکی آنها

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی با اصول اولیه و قوانین بنیادی فیزیک حالت جامد، خواص الکتریکی، نوری و مغناطیسی مواد و نحوه مطالعه و اندازه‌گیری این خواص
- توانایی تجزیه و تحلیل و ایجاد ارتباط با مشخصات ریزساختاری مواد مهندسی و خواص یادشده

سرفصل درس:

- کلیات و اهمیت مباحث مرتبط با خواص مواد تعاریف و مفاهیم ساختمان اتمی، طیف اتمی، اصل طرد پائولی، آرایش الکترون‌ها، عدد کوانتوم اصلی، عدد کوانتوم مغناطیسی، معادله شرودینگر، خواص ذره‌ای امواج الکترومغناطیس (اثر فوتوالکتریک، نظریه کوانتیک نور، اشعه ایکس، اثر کامپتون)، خواص موجی الکترون و نور (امواج دوبروی، تابع موج، سرعت موج دوبروی، سرعت موج و سرعت گروهی، تفرق ذرات، اصل عدم قطعیت)
- مواد بلوری جامد و نظریه نواری: بلورهای یونی و کووالانت، نیروهای واندوالس، پیوند فلزی، قانون اهم، انرژی فرمی، توزیع انرژی الکترون‌ها، نظریه نواری جامدات، تأثیر ناخالصی بر هدایت، مقایسه هادی‌ها، عایق‌ها و نیمه‌هادی‌ها، پدیده باز جذب الکترون و حفره، پراکندگی الکترون - حفره
- نیمه‌هادی‌ها: نیمه‌هادی‌های اکسیدی، عیوب کریستالی در نیمه‌هادی‌های اکسیدی، اهمیت نیمه‌هادی‌های اکسیدی، تکنولوژی‌های ساخت، دیودها، ترانزیستورها، اتصال فلزات و نیمه‌هادی‌ها، ترمیستورها (اهمیت، نحوه ساخت و خواص مواد ترموالکتریک)
- حلقه هیستریزس مغناطیسی: مواد فرو و فری مغناطیس (آنتی فرو و آنتی فری مغناطیس)، حوزه‌های مغناطیسی، مرزهای مغناطیسی، رزونانس پارامغناطیس، عوامل مهندسی تأثیرگذار بر حلقه هیستریزس، انواع مواد مغناطیسی، تأثیر ریزساختار بر خواص مغناطیسی، انیزوتروپی مغناطیسی کریستالوگرافی و شکلی، نیروهای مغناطیس زده

نیروهای مگنتو کریستالاین، مفهوم اشباع مغناطیسی در مواد سوپر پارامغناطیس، تأثیر اندازه ذرات بر خواص مغناطیسی و رفتار هیستریزس، تأثیر اندازه کریستالیت و ناخالصی‌های غیر مغناطیسی بر خواص مغناطیسی نانو ذرات

- خواص نوری مواد: تئوری الکترونی جذب و انعکاس، عبور نوری مستقیم و غیرمستقیم، جذب نور توسط اگزایتون‌های سطحی، تئوری لومینسانس و ترکیب مجدد، تأثیر ناخالصی‌ها بر خواص نوری مواد، رفتار نوری غیرخطی، تأثیر ریزساختار بر خواص نوری، جذب و انعکاس نور در مواد بلوری و آمورف، رنگ در دیودها و سایر مواد

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی و بحث گروهی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۵	-	نوشتاری: %۶۰	%۱۵
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

شکراللهی، هومان (۱۳۹۴). خواص مغناطیسی مواد. شیراز: انتشارات تخت جمشید.

منابع فرعی:

Chiang, Y. M., Birnie, D. P., & Kingery, W. D. (1996). *Physical Ceramics*. NJ: Wiley.

Kingery, W. D., Bowen, H. K., & Uhlmann, D. R. (1976). *Introduction to Ceramics*. 2nd Ed., NJ: Wiley-Interscience.

Kittel, C. (2004). *Introduction to Solid State Physics*. 8th ed., NJ: Wiley.

Reed, J. S. (1995). *Principles of Ceramics Processing*. 2nd ed., NJ: Wiley-Interscience.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **نانو مواد**

عنوان درس (انگلیسی): **Nanomaterials**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مواد فوق ریزدانه، مکانیسم‌های حاکم و روش‌های مشخصه یابی این مواد

سرفصل درس:

- نانو مواد
- مکانیسم‌های توسعه ریزساختار
- فراوری مواد فوق ریزدانه و نانو ساختار
- روش‌های مشخصه یابی نانو مواد
- خواص مواد فوق ریزدانه و نانو ساختار
- مکانیسم‌های تغییر شکل و شکست نانو مواد
- پایداری مواد فوق ریزدانه و نانو ساختار
- کاربردهای نانو مواد

روش یاددهی - یادگیری:

- روش توضیحی با استفاده از امکانات کمک آموزشی
- تحقیق و ارائه مطالب توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	۳۵٪	نوشتاری: ۵۰٪	۱۵٪
		عملکردی: -	



فهرست منابع:

منابع اصلی:

Khan, Z. H. (2017). *Nanomaterials and Their Applications*. Berlin: Springer.

Khan, Z. H., Husain, M. (2016). *Advances in Nanomaterials*. Berlin: Springer.

منابع فرعی:

Weng, Y. (2009). *Ultra-Fine Grained Steels*. Berlin: Springer.

Zehetbauer, M. J., Zhu, Y. T. (2009). *Bulk Nanostructured Materials*. NJ: Wiley.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مدل سازی و شبیه سازی در مهندسی مواد

عنوان درس (انگلیسی): **Modeling and Simulation in Materials Engineering**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

- معرفی و تبیین اصول مدل سازی ریاضی و کاربرد آن در شناخت و تفسیر پدیده های حاکم بر فرایندهای مهندسی مواد
- تبیین روش های حل معادلات حاکم بر فرایندهای مختلف مهندسی مواد در مقیاس های مختلف (شامل مقیاس ماکرو، مزو و میکرو)
- معرفی و استفاده از روش های نوین حل معادلات حاکم شامل روش های قطعی (Deterministic) و یا احتمالی (Stochastic)
- معرفی روش های پیشرفته در به دست آوردن روابط تجربی که جهت تبیین فرایندهای مهندسی مواد کارا باشد.

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

شناسایی اصول مدل سازی ریاضی فرایندهای مهندسی مواد و حل معادلات حاکم بر آنها را به روش های محاسباتی با کمک نرم افزارهای کامپیوتری

سرفصل درس:

- کلیات: مبانی و مفاهیم مدل سازی ریاضی پدیده های فیزیکی
- مبانی یافتن جواب های عددی معادلات دیفرانسیل: معرفی معادلات دیفرانسیل، جواب های عددی معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی
- روش اختلاف محدود: معرفی و مبانی، گسسته سازی زمان، خطاهای عددی روش اختلاف محدود، روش اویلر، روش پیش بین-اصلاحگر، روش کرانک-نیکولسون، روش رونگه کوتا
- روش اجزاء محدود: معرفی و مبانی، مبانی گسسته سازی و روش های پایداری، روش تغییراتی ریتز



- شبیه‌سازی مونت کارلو: معرفی و مبانی، سیر تاریخی، اعداد تصادفی و شبیه‌سازی گام تصادفی (Random Walk)، نمونه‌گیری ساده و نمونه‌گیری بر پایه اهمیت، روش مونت کارلو متروپلیس، مدل‌ها و خطاهای روش مونت کارلو، کاربردها
- روش سلولار اتوماتا: معرفی و مبانی، انعطاف‌پذیری سلولار اتوماتا در مهندسی مواد، توضیح تفصیلی سلولار اتوماتا، روش سلولار اتوماتای تصادفی، انواع شبکه‌ها در سلولار اتوماتا، ارتباط روش مونت کارلو و روش سلولار اتوماتا، کاربرد روش سلولار اتوماتا
- روش میدان فازی: معرفی و مبانی، دگرگونی‌های فازی نفوذی، قوانین پدیده شناختی نفوذ، معادلات Ostwald Ripening و Gibbs-Thomson، مدل‌های میدان فازی پیوسته، مدل Cahn-Hilliard و Allen-Cahn، نوسان حرارتی، تابع چگالی انرژی Landau، کاربرد روش‌های میدان فازی در مهندسی مواد
- روش‌های پیشرفته تجربی: شبکه‌های عصبی مصنوعی، تئوری مجموعه‌های فازی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل مرتبط

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۵	-	نوشتاری: ٪۶۰	٪۲۵
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Andreoni, W., Sidney, Y. (2019). *Handbook of Materials Modeling*. Basel: Springer International Publishing.

منابع فرعی:

Ilegbusi, O. J., Iguchi, M., & Wahnsiedler, W. E. (1999). *Mathematical and Physical Modeling of Materials Processing Operations*. Florida: CRC Press.

Patankar, S. (1980). *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*. Florida: CRC Press.

Raabe, D. (1998). *Computational Materials Science: The Simulation of Materials Microstructures and Properties*. NJ: Wiley-VCH.

Szekely, J., Evans, J. W., & Brimacone, J. K. (1988). *The Mathematical and Physical Modeling of Primary Metals Processing Operations*. NJ: Wiley-Interscience.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): سینتیک پیشرفته مواد

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Kinetics of Materials**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

- مطالعه قوانین حاکم بر سرعت واکنش‌ها
- تحلیل مکانیسم انجام واکنش‌ها در فرایندهای مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد

- تجزیه و تحلیل فرایندهای مواد و متالورژی از منظر سینتیکی
- استفاده از مبانی سینتیک در موضوعات پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

- کلیات: مقدمه‌ای بر تعاریف و مفاهیم اولیه سینتیک و مقایسه آن با ترمودینامیک
- سینتیک واکنش‌های شیمیایی: مروری بر مبانی سینتیک شیمیایی، مرحله کنترل‌کننده سینتیکی در فرایندهای سری و موازی، معادله سرعت، واکنش‌های همگن و ناهمگن، مدل‌های سینتیکی سرعت واکنش‌ها، تأثیر مکانیسم واکنش بر معادله سرعت
- روش‌های تجربی حل معادله سرعت و اندازه‌گیری ثوابت سینتیکی: روش انتگرال، روش مشتق، روش زمان نیمه‌عمر
- تأثیر ترمودینامیکی و سینتیکی دما: اثر دما بر تعادل و پیشروی واکنش‌ها، انرژی فعال‌سازی، اثر دما بر سینتیک واکنش‌ها، سینتیک واکنش‌ها در شرایط غیر هم‌دما (مدل کسینجر، مدل اوزاوا و ...)
- سینتیک واکنش‌های غیر همگن: اثر سطح واکنش، اثر کاتالیزور، مدل‌های سینتیکی سرعت واکنش‌های ناهمگن
- مروری بر مبانی سینتیک انتقال جرم: مکانیسم‌های انتقال جرم (نفوذ و جابه‌جایی)، قوانین فیک، معادلات نفوذ یک‌بعدی در سیستم مختصات راست گوشه، استوانه‌ای و کروی
- سینتیک واکنش‌های تحت کنترل انتقال جرم از فصل مشترک: مدل نفوذ در لایه مرزی و مقایسه آن با مدل تحت کنترل شیمیایی، مدل تحت کنترل مختلط (تحت کنترل شیمیایی و نفوذ)، مدل‌های سینتیکی برای واکنش‌های سیال

- جامد



- سینتیک جذب سطحی: پدیده جذب سطحی، بررسی اثرات سینتیکی جذب سطحی در واکنش‌های ناهمگن، مدل‌های سینتیکی در جذب سطحی
- سینتیک فرایندهای تحت کنترل انتقال گرما
- سینتیک الکتروشیمی و واکنش‌های الکتروشیمیایی در سطح الکتروود
- مسائل و مثال‌های کاربردی از سینتیک فرایندهای متالورژیکی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل سینتیکی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۵	-	نوشتاری: ٪۶۵	٪۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

صدر نژاد، خطیب الاسلام (۱۳۹۶). فرایندهای سینتیکی در مهندسی مواد و متالورژی. تهران: انتشارات امیرکبیر.

Ray, H. S., Ray, S. (2018). *Kinetics of Metallurgical Reactions*. Berlin: Springer.

منابع فرعی:

Habashi, F. (1999). *Kinetics of Metallurgical Processes*. Quebec: Metallurgie Extractive Quebec

Laidler, K. J. (1987). *Chemical Kinetics*. 3rd ed., NJ: Prentice Hall.

Levenspiel, O. (1998). *Chemical Reaction Engineering*. 3rd ed., NJ: Wiley.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): پدیده‌های انتقال پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Transfer Phenomena

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی و به‌کارگیری اصول، قوانین و روابط پدیده‌های انتقال گرما، جرم و اندازه حرکت به‌منظور درک و تجزیه و تحلیل پدیده‌های متالورژیکی مرتبط با سیالات، گرما و جرم

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

درک قوانین و روابط پدیده‌های انتقال و به‌کارگیری آن‌ها در تجزیه و تحلیل پدیده‌های متالورژیکی مرتبط با سیالات، گرما و جرم.

سرفصل درس:

- مبانی انتقال گرما، جرم و اندازه حرکت، مروری بر قوانین پایستگی
- مروری بر مفاهیم مربوط به سیالات، دبی، ویسکوزیته، قانون ویسکوزیته نیوتن، سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی
- هیدرواستاتیک: فشار هیدروستاتیکی، ارتباط فشار با ارتفاع ستون سیال، فشار در سیالات تراکم پذیر و تراکم ناپذیر، اندازه‌گیری فشار، محاسبه نیروی وارده از سیال، محاسبه فشار متوسط، محاسبه مرکز فشار، نیروی ارشمیدس
- حرکت سیال: مروری بر جریان پایدار و ناپایدار، جریان آرام و متلاطم، جریان ورودی و کاملاً توسعه یافته، جریان داخلی و خارجی، اصل بقای جرم، معادله پیوستگی در حالت جریان سه‌بعدی و تک‌بعدی، اصل بقای اندازه حرکت و استخراج معادلات کلی آن در حالت جریان سه‌بعدی و تک‌بعدی، معادلات ناویر-استوکس برای سیستم‌های راست گوشه، استوانه‌ای و کروی
- معادله برنولی و مسائل کاربردی، معادله برنولی برای سیالات تراکم پذیر، به دست آوردن توزیع سرعت در آزمایش ویسکوزیته نیوتن، توزیع سرعت در جریان سیال روی سطح افقی، توزیع سرعت در جریان سیال بر روی سطح شیب‌دار، توزیع سرعت برای جریان سیال بین دو سطح موازی، توزیع سرعت در جریان داخل لوله
- توزیع سرعت چرخشی بین جداره‌های دو لوله در حال چرخش، توزیع سرعت در جریان سیال به موازات سطح خارجی استوانه، روش تخمین انتگرال در دستیابی به ضخامت لایه مرزی سرعتی



- انتقال گرما توسط جابه‌جایی: انتقال گرما توسط جابه‌جایی اجباری از سطح افقی با دمای یکنواخت، روش تخمین انتگرال در دستیابی به ضخامت لایه‌مرزی حرارتی، انتقال گرما توسط جابه‌جایی اجباری از سطح افقی با شار گرمایی یکنواخت، انتقال گرما ضمن جریان سیال در لوله‌های استوانه‌ای، موازنه انرژی در انتقال گرمای جابه‌جایی بین یک لوله استوانه‌ای و سیال جاری در آن، انتقال گرما توسط جابه‌جایی طبیعی از سطوح عمودی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل ترمودینامیکی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۵	-	نوشتاری: ٪۶۵	٪۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Kou, S. (2015). *Transport Phenomena and Materials Processing*. New Delhi: Wiley India.

منابع فرعی:

Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N. (2006). *Transport Phenomena*. NJ: John Wiley & Sons Inc.

Gaskell, D. (2012). *An Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering*. 2nd ed., New York: Momentum Press.

Geiger, G. H., Poirier, D. R. (1973). *Transport Phenomena in Metallurgy*. Boston: Addison-Wesley.

Szekely, J., Thermelis, N. J. (1971). *Rate Phenomena in Process Metallurgy*. NJ: John Wiley & Sons Inc.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **متالورژی پودر پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Powder Metallurgy**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته متالورژی پودر و به کارگیری آن در پژوهش

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با روش‌های جدید متراکم کردن پودر و تف جوشی

سرفصل درس:

- مقدمه
- روش‌های پیشرفته اندازه‌گیری ذرات پودر
- روش‌های پیشرفته اندازه‌گیری سطح ویژه ذرات پودر
- کنترل ریز ساختار پودر
- مبانی نظری فشردن پودر
- فشردن ایزواستاتیک سرد (CIP)
- فشردن ایزواستاتیک گرم (HIP)
- روش‌های جدید در فرایند چگالش کامل
- مکانیسم‌های انتقال جرم در تف جوشی فاز جامد
- تف جوشی فاز مایع (میکرو ساختار و پارامترهای ترمودینامیکی)
- تف جوشی فاز مایع (مراحل چگاش و حذف تخلخل)
- سیستم‌های کاربردی در فرایند تف جوشی فاز مایع

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۶۰	%۳۰	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:
 Akhtar, S., Saad, M., Misbah, M. R., & Sati, M. C. (2018). Recent advancements in powder metallurgy: a review. *Materials Today: Proceedings*, 5, 18649-18655.

منابع فرعی:
 Chang, I., Zhao, Y. (2013). *Advances in Powder Metallurgy: Properties, Processing and Applications*. Cambridge: Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering.

منابع مطالعاتی:

مقالات با موضوعات چگالش کامل قطعات متالورژی پودر.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مکانیک شکست

عنوان درس (انگلیسی): Fracture Mechanics

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

- آشنایی با فرایندهای شکست و نقش عوامل مختلف مؤثر در آن
- مطالعه رفتار آماری شکست مواد و حل مسائل شکست با دیدگاه مکانیک شکست الاستیک خطی با در نظر گرفتن پلاستیسیته مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

حل مسائل اساسی شکست مواد ترد و نرم

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر شکست مواد
- مروری بر مفاهیم تنش و کرنش و روابط تنش و کرنش
- مروری بر نمودار تنش - کرنش و رفتار شکست مواد بعد از گلوپی
- انواع سازوکارهای شکست کششی (شکست مومسان، شکست ترد، شکست نرم، شکست برشی)
- مقدمه‌ای بر اصول اولیه مکانیک شکست
- بررسی رفتار آماری شکست مواد (مدل ویبول)
- تمرکز تنش و نقش آن در شکست کواد
- توازن انرژی در فرایند شکست، تئوری ترک گریفیث
- تحلیل نرخ آزاد شدن انرژی در شکست مواد
- تحلیل تنشی ترک‌ها برای حالت بارگذاری کششی
- اصول طراحی و انتخاب مواد با رویکرد شکست و مثال‌های مربوطه
- تغییر شکل مومسان نوک ترک، حالت‌های تنش و کرنش صفحه‌ای
- تحلیل شکل ناحیه‌ی مومسان نوک ترک



- ضریب شدت تنش مؤثر
- انتقال مد شکست (تنش و کرنش صفحه‌ای) و ظاهر سطح مقطع شکست
- آزمون‌های استاندارد ASTM برای تعیین چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای
- نظریه‌ی فدرسن برای تعیین چقرمگی شکست در شرایط تنش صفحه‌ای
- ناپایداری رشد ترک (حالت تنش صفحه‌ای)
- پیش‌بینی وقوع ناپایداری رشد ترک (تنش و کرنش صفحه‌ای)
- حل مسائل شکست به روش انتگرال J

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی، مباحثه و شرکت فعال دانشجویان در بحث‌های گروهی
- انجام تمرین‌های کلاسی و تحقیق پایانی توسط دانشجو

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۵	%۳۵	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Kang, B. S., Dharan, K. H., & Finnie, I. (2016). *Finnie's Notes on Fracture Mechanics: Fundamental and Practical Lessons*. Berlin: Springer.

منابع فرعی:

Dieter, G. E. (1988). *Mechanical Metallurgy*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Hertzberg, R. W. (1996). *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*. 4th ed., NJ: John Wiley & Sons.

Janssen, M., Zuidema, J., & Wanhill, R. J. H. (2004). *Fracture Mechanics*. 2nd ed., London: Spon Press.

Shah, A., Edwards, D., & Hayes, M. (2015). *Fractography in Failure Analysis of Polymers*. Amsterdam: Elsevier Science.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): خزش	
عنوان درس (انگلیسی): Creep	
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز / هم نیاز: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۳۲	

اهداف درس:

آشنایی با تئوری‌ها و مکانیسم‌های خزشی، محاسبات پارامترها و آزمون‌های خزش
--

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

درک رفتار شکست خزشی مواد مهندسی

سرفصل درس:

<ul style="list-style-type: none">• تئوری‌های خزش• مکانیسم‌های غالب خزشی• شکست ناشی از خزش• محاسبه سرعت خزش، انرژی اکتیواسیون خزش و غیره• خزش فلزات و آلیاژها• آزمون‌های خزش

روش یاددهی - یادگیری:

<ul style="list-style-type: none">▪ سخنرانی، مباحثه و شرکت فعال دانشجویان در بحث‌های گروهی▪ انجام تمرین‌های کلاسی و تحقیق پایانی توسط دانشجو

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۵	%۳۰	نوشتاری: %۵۵	%۱۰
		عملکردی: -	



فهرست منابع:

منابع اصلی:

Kassner, M. E. (2015). *Fundamentals of Creep in Metals and Alloys*. 3rd ed., Amsterdam: Elsevier.

منابع فرعی:

Betten, J. (2008). *Creep Mechanics*. Berlin: Springer.

Rusinko, A., Rusinko, K. (2011). *Plasticity and Creep of Metals*. Berlin: Springer.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مواد مرکب

عنوان درس (انگلیسی): Composites

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته مواد مرکب در حوزه مهندسی مواد و به کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با مواد مرکب، چگونگی فصل مشترک و مکانیک تقویت‌کنندگی این مواد

سرفصل درس:

- آشنایی با کاربردهای مواد مرکب و تعاریف اولیه
- معرفی مواد مرکب زمینه فلزی، پلیمری و سرامیکی و بررسی مشخصات هر دسته مواد
- معرفی تعدادی از ترکیبات مورد استفاده به عنوان فاز ثانویه در ماده مرکب
- توضیح مختصری در رابطه با روش‌های تولید برخی از فازهای ثانویه پر کاربرد
- معرفی برخی از روش‌های تولید مواد مرکب و بررسی پارامترهای فرایند بر ریزساختار ماده مرکب
- فصل مشترک در مواد مرکب
- فصل مشترک در مواد مرکب
- مکانیک تقویت‌کنندگی با الیاف پیوسته
- منحنی تنش- کرنش کامپوزیت‌های تقویت‌شده با الیاف
- از کارافتادگی مواد مرکب
- بررسی شرایط محیطی بر خواص مکانیکی ماده مرکب تقویت‌شده با الیاف
- مکانیک تقویت‌کنندگی با الیاف ناپیوسته
- مکانیک تقویت‌کنندگی با الیاف ناپیوسته
- مکانیک تقویت‌کنندگی با ذرات



• ارزیابی مکانیزهای مقاوم شدن در مواد مرکب

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Kumar, A., Gupta, R. K. (2018). *Fudamentals of Polymer Engineering*. 3rd ed., Florida: CRC Press.

منابع فرعی:

ماتیو، اف. ال.، راولینگ، آر. دی. (۱۳۸۴). *علم و مهندسی مواد مرکب*. ترجمه شکوه فر، علی، حداد سبزواری، محسن و حائریان اردکانی، علی. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Chawla, K. K. (2012). *Composite Materials, Science and Engineering*. 3rd ed., New York: Springer-Verlag New York.

Chung, D. D. L. (2010). *Composite Materials. Science and Application*. 2nd ed., Berlin: Springer Science & Business Media.

Mccrum, N. G., Buckley, C. P., & Bucknall, C. B. (1997). *Principles of Polymer Engineering*. Oxford: Oxford University Press.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): روش‌های اجزاء محدود

عنوان درس (انگلیسی): Finite Element Methods

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم ماتریس‌ها، روش اجزاء محدود در محاسبه تنش و کرنش و هندسه یک جزء یک‌بعدی، دوبعدی و سه‌بعدی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با روش اجزاء محدود و نحوه فرموله کردن ماتریسی یک یا چندبعدی

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر روش اجزاء محدود
- مروری بر مفاهیم تحلیلی ماتریس‌ها
- فرموله کردن ماتریسی یک یا چندبعدی
- نحوه محاسبه تنش و کرنش
- استفاده از مختصات طبیعی
- حل مسائل غیرخطی
- حل مسائل تنش‌های حرارتی
- روش گالرکین
- روش‌های مخلوط و هیبرید در خمش صفحه‌ها.

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی و بحث گروهی
- انجام تکلیف‌ها و تمرین‌های کلاسی توسط دانشجویان



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۵	نوشتاری: %۵۰	%۲۵	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:
Bathe, K. J. (2014). <i>Finite Element Procedures</i> . 2 nd ed., NJ: Prentice Hall.
Logan, D. L. (2017). <i>A First Course in the Finite Element Method</i> . 6 th ed., Boston: Cengage Learning.
منابع فرعی:
Hughe, T. G. R. (2006). <i>The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis</i> . 3 rd ed., Illinois: Dover Publications.
Reddy, J. N. (2005). <i>An Introduction to the Finite element Method</i> . 3 rd ed., NJ: McGraw-Hill Education.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): نفوذ در جامدات

عنوان درس (انگلیسی): Diffusion in Solids

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: تغییر حالت‌های متالورژیکی

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آموزش مباحث تخصصی در زمینه نفوذ و به‌ویژه در حالت جامد ماده

سرفصل درس:

- کلیات: مقدمه‌ای بر تعاریف و مفاهیم اولیه نفوذ و بیان کاربرد آن در مقوله‌های علمی و کاربردی
- معادلات نفوذ از دیدگاه ماکروسکوپی: قانون اول فیک، قانون دوم فیک، راه‌حل‌های معادله نفوذ (D ثابت)، راه‌حل‌ها در حالتی که D متغیر باشد، سرعت و رشد رسوب و کاربرد معادلات نفوذ، نقش تنش در نفوذ، نفوذ در سیستم‌های مکعبی و غیر مکعبی
- تئوری اتمی نفوذ: حرکت براونی، حرکت نامنظم و ضریب نفوذ، مکانیسم‌های نفوذ، محاسبه D ، محاسبه فرکانس پرش W ، محاسبه H و S از اصول اولیه، تعیین تجربی H_v ، H_m و S_v ، تأثیر فشارهای هیدرو استاتیکی بر نفوذ، موارد غیرعادی نفوذ در خود
- نفوذ در آلیاژهای رقیق: بین‌نشین‌ها و آن‌الاستیسته، نفوذ ناخالصی‌ها در فلزات خالص، نفوذ بین‌نشینی در آلیاژهای جانشینی
- نفوذ در شیب غلظتی: اثر کرکندال، آنالیز دارکن، معادلات پدیده‌شناسی، روابط مابین ضرایب نفوذ، بررسی فرضیات دارکن، سیستم‌های سه‌تایی
- نفوذ در غیر فلزات: نفوذ و هدایت یونی، تأثیر ناخالصی‌ها در هدایت، نیمه‌هادی‌های اکسیدی، نیمه‌هادی‌های عنصری، فازهای بین‌فلزی و آلیاژهای منظم
- مسیرهای نفوذ سریع: مرز دانه‌ها، تأثیر نابجایی‌ها و اندازه دانه، نفوذ در سطح و مکانیسم‌های نفوذ سطحی.

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی با استفاده از امکانات کمک آموزشی
- تحقیق و ارائه مطالب توسط دانشجویان



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۵	%۳۰	%۵
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

شومان، پائول (۱۳۹۶). *نفوذ در جامدات*. ترجمه: ساعتچی، احمد، صراف ماموری، رسول، چاپ دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

منابع فرعی:

سید سجادی، ابوالفضل (۱۳۸۶). *نفوذ در جامدات*. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

Basu, S. K., Kumar, N. (2014). *Modelling and Simulation of Diffusive Processes*. Berlin: Springer.

Mehrer, H. (2007). *Diffusion in Solids, Fundamentals, Methods, Materials, Diffusion-Controlled Processes*. Berlin: Springer.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): فرایندهای انجماد پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Solidification Processings

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اصول علمی جدید در زمینه انجماد فلزات

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

درک ترمودینامیک انجماد و آشنایی دقیق‌تر با مکانیسم‌های جوانه‌زنی و رشد.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر انجماد
- ترمودینامیک انجماد
- جوانه‌زنی همگن و غیر همگن
- رشد و انواع فصل مشترک‌های جامد/مایع
- تحت تبرید غلظتی
- انجماد با جبهه مسطح در آلیاژهای تک فاز و یوتکتیکی
- انواع جدایش
- ساختار قطعات ریختگی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه نمایش فیلم‌های آموزشی

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۵	-	نوشتاری: ٪۶۵	۲۰٪
		عملکردی: -	



منابع اصلی:

Hernandez, M. J. Q., Pero-Sanz, J. A., & Verdeja, L. F. (2017). *Solidification and Solid-State Transformations of Metals and Alloys*. Amsterdam: Elsevier Science.

منابع فرعی:

Flemings, M. C. (1974). *Solidification Processing*. New York: McGraw-Hill.

Kurz, W., Fisher, D. J. (1986). *Fundamentals of Solidification*. Zurich: Trans Tech Publication.

Stefanescu, D. M. (2009). *Science and Engineering of Casting Solidification*. Berlin: Springer.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مهندسی سطح پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Surface Engineering**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

- آشنایی با مفاهیم کلی و اهمیت مهندسی سطح
- آشنایی با سیستم‌های تولید خلأ و پلاسما و کاربردهای آن در پوشش‌دهی
- بررسی تکنیک‌های مدرن مهندسی سطح شامل PVD و CVD
- شناسایی ریزساختار پوشش‌های حاصله از روش‌های PVD و CVD و آزمون‌های بررسی خواص پوشش‌های نازک

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

درک سیستم‌های پوشش نازک تولیدشده به روش PVD و CVD و بررسی خواص آنها.

سرفصل درس:

- تعریف مهندسی سطح، اهمیت و کاربرد تکنیک‌های اصلاح سطح مواد
- سیستم‌های تولید خلأ: مفاهیم اصلی در فرایند تولید خلأ، پمپ‌های تولید خلأ
- آشنایی مقدماتی با پلاسما و واکنش‌های پلاسما-سطح
- بررسی تکنیک لایه نشانی نازک رسوب فیزیکی بخار (PVD): روش تبخیری، اسپاترینگ (پراکنش)، اسپاترینگ مغناطیسی
- بررسی تکنیک لایه نشانی نازک رسوب شیمیایی بخار (CVD): آشنایی با لایه‌مرزی، سیستم‌های مختلف واکنشی برای تولید پوشش و مکانیسم‌های کنترل‌کننده رشد پوشش، تکنیک‌های LPCVD و PACVD

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه نمایش فیلم‌های آموزشی



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۰	نوشتاری: %۶۰	-	%۲۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

<p>منابع اصلی: Seshan, K., Schepis, D. (2018). <i>Handbook of Thin Film Deposition</i>. 4th ed., Norwich: William Andrew.</p> <p>منابع فرعی: Dobkin, D., Zuraw, M. K. (2003). <i>Principles of Chemical Vapor Deposition</i>. Berlin: Springer.</p> <p>Martin, P. M. (2009). <i>Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings: Science, Applications and Technology</i>. 3rd ed., Norwich: William Andrew.</p>



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): پلیمر پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Polymer

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته پلیمرها و به کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با نحوه چیدمان زنجیره‌های پلیمری و مسائل مربوط به آن و رفتار حرارتی، دینامیکی/الکتریکی و مکانیکی پلیمرها

سرفصل درس:

- آشنایی با کاربردهای مواد پلیمری و تعاریف اولیه
- دسته‌بندی فرایند پلیمریزاسیون
- (پلیمریزاسیون افزایشی)
- توضیح فرایندهای پلیمریزاسیون
- توضیح فرایندهای پلیمریزاسیون
- ارزیابی ساختار مونومر و آرایش زنجیره‌های منفرد
- نحوه چیدمان زنجیره‌های پلیمری در کنار یکدیگر - ارزیابی ساختار ماده پلیمری در حالت جامد و مایع
- روش‌های تئوری محاسبه متوسط وزن مولکولی مواد پلیمری - بررسی روش‌های اندازه‌گیری توزیع جرمی پلیمر
- ارزیابی چگونگی تبلور در مواد پلیمری
- بررسی رفتار حرارتی مواد پلیمری
- و تأثیر پارامترهای مختلف ساختاری بر دماهای تحول
- بررسی رفتار ویسکوالاستیک مواد پلیمری (رفتار خزشی، بازیابی، بازیابی تنشی)
- بررسی رفتار دینامیکی - الکتریکی مواد پلیمری
- بررسی خواص مکانیکی مواد پلیمری
- بررسی خواص مکانیکی و سطح شکست مواد پلیمری



- اصول طراحی مخلوط‌ها و کامپوزیت‌های پلیمریز

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Haghi, A. K., Castro, E. A., Thomas, S., & Sivakumar P. M. (2015). *Materials Science of Polymers: Plastics, Rubber, Blends and Composites*. Florida: CRC Press.

Kumar, A., Gupta R. K. (2018). *Fundamentals of Polymer Engineering*. 3rd ed., Florida: CRC Press.

منابع فرعی:

ابول، رابرت. او. (۱۳۸۷). *پلیمر، علم و تکنولوژی*. ترجمه ملکی مقدم، رضوانه. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

الکونیس، جان، مک نایت، ویلیام و شن، مایکل. (۱۳۸۲). *مقدمه‌ای بر ویسکوالاستیسیت پلیمرها*. ترجمه نورپناه، پرویز، ارباب، شهرام. تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

کرافورد، ا. ج. (۱۳۷۷). *مهندسی پلاستیک*. ترجمه کوبی، مهرداد. تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

منارد، کوین. (۱۳۸۵). *آنالیز مکانیکی-دینامیکی*. ترجمه عاصم پور، هما، شیخ ابوالفضل کیانی، عباس. تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

Mccrum, N. G., Buckley, C. P., & Bucknall, C. B. (1997). *Principles of Polymer Engineering*. Oxford: Oxford University Press.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **بیومواد**

عنوان درس (انگلیسی): **Biomaterials**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم، انواع مواد به کاررفته در شرایط زیست سازگار و خصوصیات کاربردی آنها

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با مواد زیست سازگار و خواص موردنظر برای آنها

سرفصل درس:

- آشنایی با کلیات و تعاریف عمومی
- مقدمه‌ای بر آلیاژهای فلزی گرید پزشکی (خواص فیزیکی، مکانیکی، زیست سازگاری و زیست فعالی)
- فولادهای زنگ نزن
- آلیاژهای تیتانیوم و منیزیوم
- مواد دندانی فلزی
- فرآیندهای اصلاح سطح: بهبود مقاومت به خوردگی و زیست سازگاری
- زیست سرامیک‌های خنثی (آلومینا، زیرکونیا و کربن)
- زیست سرامیک‌های تخریب پذیر (بیو شیشه‌ها و فسفات‌های کلسیم)
- پوشش‌های سرامیکی
- روش‌های سنتز زیست سرامیک‌ها
- مواد مرکب و داربست‌های سرامیکی و پلیمر-سرامیکی
- نانو ذرات مغناطیسی
- دارورسانی هدفمند
- رهایش کاتیون‌ها در محیط شبیه‌سازی شده با بدن
- درمان فوتودینامیک



- سازوکارهای بازسازی ترمیم بافت‌ها در پزشکی
- تأثیر ریزساختار و خواص پلیمر بر رفتار ترمیمی بافت
- طراحی و روش‌های ساخت داربست‌های متخلخل پلیمری در مهندسی بافت
- کاشتنی‌های پزشکی پایه پلیمری
- سلول رسانی و کاربرد پلیمرها در آن
- مطالعه زیست تخریب پذیری ایمپلنت‌های پلیمری

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۵	-	نوشتاری: ٪۵۵	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Boccaccini, A. R., Ma, P. X. (2017). *Tissue Engineering Using Ceramics and Polymers*. 2nd ed., Cambridge: Woodhead Publishing Series in Biomaterials.

Niinomi, M., Narushima, T., & Nakai, M. (2015). *Advances in Metallic Biomaterials*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Padinjakkara, A., Thankappan, A., Souza, Jr., F. G., & Thomas, S. (2018). *Biopolymers and Biomaterials*. Florida: Apple Academic Press.

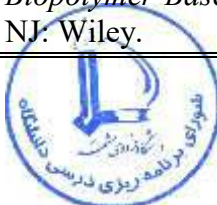
Parker, K. K. (2016). *Biomaterials: Structural Properties and Applications*. NJ: Wiley.

Thomas, S., Balakrishnan, P., & Sreekala, M. S. (2018). *Fundamental Biomaterials: Ceramics*. 1st ed., Cambridge: Woodhead Publishing Series in Biomaterials.

منابع فرعی:

Ebnesajjad, S. (2013). *Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics: Properties, Processing, and Application*. Amsterdam: Elsevier.

Thomas, S., Durand, D., Chassenieux, C., & Jyotishkumar, P. (2011). *Handbook of Biopolymer-Based Materials: From Blends and Composites to Gels and Complex Network*. NJ: Wiley.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مواد در کاربردهای انرژی

عنوان درس (انگلیسی): **Materials in Energy Applications**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اهمیت موضوع انرژی، انرژی‌های پاک و تجدید پذیر و فناوری‌های مرتبط، جایگاه مهندسی مواد در تبدیل و ذخیره انرژی، مواد مهندسی مورد نیاز در این فناوری‌ها

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با انرژی‌های تجدید پذیر و جایگاه مهندسی مواد در تبدیل و ذخیره انرژی.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر اهمیت موضوع انرژی، انرژی‌های پاک و تجدید پذیر و فناوری‌های مرتبط، جایگاه مهندسی مواد در تبدیل و ذخیره انرژی، مواد مهندسی مورد نیاز در این فناوری‌ها
- سیستم‌های ذخیره انرژی
 - آشنایی با انواع باتری‌های نسل اول و نسل دوم
 - باتری‌های یون لیتیومی
 - باتری‌های لیتیوم-اکسیژن (هوا) Li-Air Batteries
 - باتری‌های لیتیوم سولفور Li-Sulfur Batteries
 - باتری‌های یون سدیم Na-ion Batteries
 - ابر خازن‌ها (سوپر کپاسیتورها) Supercapacitors
- پیل‌های سوختی
- تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۰	نوشتاری: ۸۰٪	-	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Bagotsky, V. S., Skundin, A. M., & Volfkovich, Y. M. (2015). *Electrochemical Power Sources, Batteries, Fuel Cells and Supercapacitors*. NJ: John Wiley & Sons.

Manthiram, A., Fu, Y., Chung, S. H., Zu, C., & Su, Y. S. (2014). Rechargeable lithium- sulfur batteries. *Chemical Reviews*, 114 (23), 11751-11787.

Yabuuchi, N., Kubota, K., Dahbi, M., & Komaba, S. (2014). Research development on sodium-ion batteries. *Chemical Reviews*, 114 (23), 11636-11682.

منابع فرعی:

Broom, D. P. (2011). *Hydrogen Storage Materials*. London: Springer-Verlag.

Fergus, J., Hui, R., Li, X., Wilkinson, D. P., & Zhang, J. (2009). *Solid Oxide Fuel Cells, Materials Properties and Performance*. Florida: CRC Press.

Yuan, X., Liu, H., & Zhang, J. (2012). *Lithium Ion Batteries, Advanced Materials and Technologies*. Florida: CRC Press.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آمار در مهندسی مواد

عنوان درس (انگلیسی): **Statistics in Materials Engineering**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم آماری و رویه انجام تحلیل‌های آماری بر روی داده‌ها

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

توانایی انجام تحلیل‌های آماری بر روی داده‌ها.

سرفصل درس:

- تعریف علم آمار و مفاهیم بسیار مهم در آن
- جمع‌آوری داده و روش‌های مختلف آن (نمونه‌گیری تصادفی، سیستماتیک، خوشه‌ای و ...)
- آمار توصیفی (روش‌های مختلف ارائه داده‌های جمع‌آوری شده، مانند توزیع فراوانی، هیستوگرام، نمودار جعبه‌ای و خلاصه عددی داده‌ها)
- مروری بر مفاهیم احتمال (توزیع‌های احتمال و مروری بر مهم‌ترین توزیع‌های احتمال مانند توزیع نرمال یا گوسی)، توزیع‌های نمونه‌گیری
- آمار تحلیلی (روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل داده‌ها)
- مدل‌سازی آماری (رگرسیون خطی ساده و چندگانه)

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	نوشتاری: ۶۰٪ عملکردی: -	۴۰٪



فهرست منابع:

منابع اصلی:

Montgomery, D. C., Runger, G. C. (2014). *Applied Statistics and Probability for Engineers*. 6th ed. NJ: Wiley.

منابع فرعی:

Weiss, N. A. (2012). *Introductory statistics*. 9th ed. London: Pearson.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): کنترل کیفیت پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Quality Control

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته کنترل کیفی در حوزه مهندسی مواد و به کارگیری آن در مسائل کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با مدیریت کیفیت و مفاهیم آماری در کیفیت

سرفصل درس:

- تعریف، مفاهیم و تاریخچه کیفیت
- فلسفه کیفیت از نظر اساتید کیفیت
- مدیریت کیفیت فراگیر و بحث آزاد TQM
- کیفیت در خدمات
- اندازه‌گیری و ابزارهای کیفی
- مفاهیم آماری در کنترل کیفیت
- تحلیل سیستم اندازه‌گیری MSA
- کنترل فرایند آماری SPC
- اهمیت طراحی در کیفیت
- قابلیت اطمینان
- گسترش عملکرد کیفی QFD

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه بازدید بر حسب شرایط



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۵	نوشتاری: %۷۵	-	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

<p>منابع اصلی:</p> <p>ISO. (2015). <i>ISO9000:2015</i>. Geneva: International Organization for Standardization.</p> <p>منابع فرعی:</p> <p>Evans, J. R., Lindsay, W. M. (2004). <i>The Management and Control of Quality</i>. Nashville: Southwestern College Pub.</p>

منابع مطالعاتی:

<p>نظام نامه های QS9000.</p>



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): روش‌های نوین فراوری و تولید مواد

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Methods in Materials Synthesis and Processing**

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث جدید، نوآوری‌ها و روش‌های مرسوم در حوزه سنتز، فراوری و تولید مواد به‌خصوص مواد پیشرفته

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

استفاده از روش‌های مرسوم در حوزه سنتز، فراوری و تولید مواد در موضوعات پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر مواد پیشرفته و نانو مواد و روش‌های سنتز آنها
- فرایندهای آلیاژسازی مکانیکی، فرایندهای مکانوشیمیایی
- سنتز احتراقی حالت جامد، سنتز احتراقی در محلول، روش‌های سنتز دمای بالای مواد
- روش هیدروترمال، روش سل-ژل و روش میکروامولسیون
- روش‌های سنتز در جای کامپوزیت‌ها

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی و نمایش فیلم‌های آموزشی مربوط به هر روش.

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۲۰	-	نوشتاری: %۶۰	%۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Hermans, S., de Bocarme, T. V. (2014). *Atomically-Precise Methods for Synthesis of Solid Catalysts*. London: Royal Society of Chemistry.



منابع فرعی:

El-Eskandarany, M. S. (2001). *Mechanical Alloying: For Fabrication of Advanced Engineering Materials*. Norwich: William Andrew.

Knauth, P., Schoonman, J. (2002). *Nanostructured Materials, Selected Synthesis Methods, Properties and Applications*. Berlin: Springer Science.

Lu, K. (2012). *Nanoparticulate Materials: Synthesis, Characterization, and Processing*. NJ: Wiley.

Perry, D. L. (1997). *Materials Synthesis and Characterization*. Berlin: Springer Science.

Suryanarayana, C. (2001). Mechanical alloying and milling. *Progress in Materials Science*, 46, 1-184.

Takacs, L. (2002). Self-sustaining reactions induced by ball milling. *Progress in Materials Science*, 47, 355-414.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): استخراج فلزات نادر

عنوان درس (انگلیسی): Extraction of Rare Metals

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با استخراج فلزات خاص و نادر

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با روش‌های استخراج مورد استفاده برای فلزات نادر

سرفصل درس:

استخراج فلزات:

- تیتانیم
- تنگستن
- مولیبدن
- زیرکونیم
- هافنیم
- نایوبیم
- تانتالیم
- اورانیوم
- رنیم
- ژرمانیم
- سلنیم
- تلوریم



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

Azimi, G., Kim, H., Alam, S., Ouchi, T., Neelameggham, N. R., & Baba, (2019). *Rare Metal Technology 2019*. Basel: Springer International Publishing.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): تولید و مصرف آهن اسفنجی

عنوان درس (انگلیسی): **Sponge Iron Production and Consumption**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحثی در تولید و مصرف آهن اسفنجی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

توانایی به کارگیری مباحث مربوط به تولید و مصرف آهن اسفنجی در پژوهش و حل مسائل کاربردی

سرفصل درس:

- مروری بر تئوری تولید گندله و تشریح روش‌های مختلف تولید گندله
- تئوری تولید گازهای احیاء کننده و انجام محاسبات مربوط به روش‌های میدرکس پورفر، هیل ...
- بررسی افزایش کربن آهن اسفنجی در روش‌های مختلف احیا ضمن تولید
- تئوری اکسایش آهن اسفنجی تحت شرایط مختلف و روش‌های عملی جلوگیری از اکسایش مجدد آهن اسفنجی قبل از مصرف
- مقایسه فنی و روش‌های مختلف تولید آهن اسفنجی متداول در ایران.
- تئوری ذوب آهن اسفنجی
- محاسبه کربن دهی به مذاب یا جذب کردن از مذاب به وسیله تغذیه آهن اسفنجی
- پیش گرم کردن آهن اسفنجی و بررسی امکانات عملی آن برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی برق
- بررسی جزئیات فنی ذوب آهن اسفنجی در کوره‌های قوس الکتریکی (روش‌های مختلف شارژ آهن اسفنجی، کمک‌ذوب‌ها، اکسیژن، مصرف الکتروود، مصرف برق، مصرف دیرگداز، راندمان کوره،...)
- مصرف آهن اسفنجی در پاتیل‌های گرم شونده فولاد (متالورژی ثانویه).
- تئوری ذوب آهن اسفنجی در کنورتور، بررسی جزئیات فنی مصرف آهن اسفنجی در کنورتور (نحوه شارژ مداوم آهن اسفنجی، مصرف دیرگداز و ...)



- مختصری در مورد امکانات مصرف آهن اسفنجی در کوره بلند محاسن و معایب آن
- جزئیات فنی نحوه مصرف آهن اسفنجی در کوره‌های القایی برای تولید انواع خاص چدن با خواص معین و انواع فولاد، محاسن و معایب فنی و اقتصادی کاربرد آهن اسفنجی در کوره‌های القایی، جزئیات فنی و نحوه مصرف آهن اسفنجی در کوره‌های کوپل محاسن و معایب کاربرد آن در کوره کوپل

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	%۲۵	نوشتاری: %۶۰	%۱۵
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Sarangi, A., Sarangi, B. (2016). *Alternative Routes to Iron Making*. 2nd ed., Delhi: PHI Learning.

منابع فرعی:

توحیدی، ناصر (۱۳۸۲). فناوری تولید آهن اسفنجی، ج ۲. تهران: موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): طرح و کنترل فرایندهای مواد

عنوان درس (انگلیسی): Design and Control of Materials Processes

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با طراحی یک فرآیند متالورژیکی و رسیدن به شرایط بهینه

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

توانایی طراحی یک فرآیند متالورژیکی قابل اجرا و بهینه.

سرفصل درس:

- طراحی فرایندهای مواد
- کاربرد اصول بهینه‌سازی در فرایندهای مختلف
- کنترل فرایندها
- طراحی کنترل‌کننده‌ها
- مدل‌سازی دینامیک برای سیستم‌های چندمتغیره
- کاربرد مدل‌های تقریبی
- خطی کردن مدل‌های غیرخطی
- تحلیل شرایط پایداری و ناپایداری سیستم‌ها
- کنترل سیستم‌ها به کمک رایانه

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۵	نوشتاری: %۵۰	%۳۵	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:
 Kirk, F. W. (2014). *Instrumentation and Process Control*. 6th ed., Illinois: Amer Technical Publishers.

منابع فرعی:
 Coughanour, D. R. (1991). *System and Process Analysis and Control*. New York: McGraw-Hill.

Seborg, D. E., Edgar, T. F., & Mellichamp, D. A. (2003). *Process Dynamics and Control*. NJ: Wiley.

Yin, R. (2011). *Metallurgical Process Engineering*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): ملاحظات زیست‌محیطی و بازیافت مواد

عنوان درس (انگلیسی): Environmental Issues and Materials Recycling

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

معرفی اهمیت حفظ محیط‌زیست، انواع آلاینده و زباله‌های صنعتی مرتبط با صنایع متالورژی، به حداقل رساندن و بازیابی آلاینده‌ها.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- حفظ محیط‌زیست و قوانین و مقررات جهانی برای حفظ آن
- شناخت انواع آلاینده و زباله‌های صنعتی مرتبط با صنایع مختلف متالورژی (شامل صنعت فولادسازی، ریخته‌گری، پوشش دهی و ...)
- شناخت راهکارهای به حداقل رساندن آلاینده‌ها و یا بازیابی و استفاده مجدد از آنها
- آشنایی با مطالب ویژه در تصفیه آب و خاک، بازیابی مواد، انرژی‌های نو و اهمیت آنها در محیط‌زیست.

سرفصل درس:

- مروری بر تاریخچه آلاینده‌های مرتبط با صنایع متالورژی
- اهمیت کاهش آلودگی، قوانین و مقررات جهانی و راهکارها
- آلاینده‌ها و راهکارهای کاهش یا بازیابی آنها در فرایندهای متالورژی:
- تولید فولاد (کک سازی و ...)
- تولید فلزات غیر آهنی: آلومینیوم، مس، سرب، روی و ...
- ریخته‌گری فلزات
- الکتروپلیتینگ
- راهکارهای تصفیه و بازیابی پساب‌های صنعتی
- راهکارهای تصفیه خاک از فلزات سنگین



- زباله‌های اتمی
- انرژی‌های تجدید پذیر

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی به همراه مثال‌های عینی و مطالعات موردی
- ارائه پروژه کلاسی دانشجویان مرتبط با محیط‌زیست و یا بازیابی مواد.

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۰	نوشتاری: %۵۵	-	%۲۵
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Cirtina, D., Ionescu, N., & Cirtina, L. M. (2016). Environmental impact assesment related to metallurgical industry activities. *Metalurgija*, 55, 481-484.

منابع فرعی:

Habashi, F. (2011). Pollution problems in the metallurgical industry: A review. *Journal of Mining & Environment*, 2, 17-26.

Wang, L. K., Shamma, N. K., & Hung, Y. T. (2009). *Waste Treatment in The Metal Manufacturing, Forming, Coating, and Finishing Industries*. Florida: CRC Press.

Woodard, F. (2001). *Industrial Waste Treatment Handbook*. Oxford: Butterworth-Heinemann.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): سیستم‌های چند جزئی

عنوان درس (انگلیسی): Multicomponent Systems

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: ترمودینامیک پیشرفته مواد
تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آمادگی تجزیه و تحلیل دیاگرام‌های تعادل فازی برای سیستم‌های تک و چندجزئی در حوزه‌های پژوهشی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

استفاده از دیاگرام‌های تعادل فازی برای سیستم‌های تک و چندجزئی و تجزیه و تحلیل آن‌ها به منظور به کارگیری در حوزه‌های پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

- انواع دیاگرام‌های فازی هم‌فشار، هم‌دما و با ترکیب شیمیایی ثابت
- سیستم‌های تک جزئی، معادله کلاپیرون و کلازیوس-کلاپیرون
- سیستم‌های دو جزئی در فشار ثابت، تحولات فازی محلول‌های جامد-مذاب، انحلال محدود در حالت جامد و مایع، تحول‌های یوتکتیک، منوتکتیک، پری تکتیک، یوتکتوئید، منوتکتوئید و پری تکتوئید
- سیستم‌های سه جزئی، چگونگی نمایش، خطوط ال‌کامید، مثلث‌های ال‌کامید، خصوصیات خطوط ال‌کامید، تحول یوتکتیک سه جزئی، دیاگرام‌های با تحولات پری تکتیک و یوتکتیک با ترکیبات یکنواخت و غیر یکنواخت، ترکیبات میانی در سیستم‌های سه جزئی، جدایش فازی در مایع، تحولات فازی حین سرد کردن، برش‌های هم‌دما در دیاگرام‌های سه جزئی، برش‌های هم ترکیب در سیستم‌های سه جزئی
- سیستم‌های با بیش از سه جزء، اصول و چگونگی نمایش
- قانون فازهای گیبس و دیاگرام‌های فازی، ضرایب تأثیر متقابل
- دیاگرام‌های پایداری PSD، دیاگرام‌های پایداری بر حسب تغییرات دو فشار جزئی، دیاگرام‌های پایداری بر حسب تغییرات دما و یک فشار جزئی، کاربرد دیاگرام‌های پایداری در مهندسی مواد
- مروری بر روش‌های به دست آوردن دیاگرام‌های فازی: الف) روش‌های تجربی، ب) روش‌های محاسباتی



- محاسبات دیاگرام‌های فازی در دماهای ثابت بر حسب تغییرات فشارهای جزئی
- ترمودینامیک آلیاژهای آتروپی بالا

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۵	نوشتاری: %۶۰	-	%۲۵
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Gaskell, D. R., Laughlin, D. E. (2017). *Introduction to the Thermodynamics of Materials*. 6th ed. Florida: CRC Press.

منابع فرعی:

Bergeron, C. G., Risbud, S. H. (1984). *Introduction to Phase Equilibria in Ceramics*. Ohio: American Ceramic Society.

DeHoff, R. (2006). *Thermodynamics in Materials Science*. 2nd ed. Florida: CRC Press.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): اصول فرایندهای پیرومتالورژی

عنوان درس (انگلیسی): Principles of Pyrometallurgical Processes

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اصول و تئوری فرایندهای پیرومتالورژی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

درک مهندسی و تجزیه و تحلیل فرایندهای تولید مرتبط با حوزه پیرومتالورژی از منظر کاربردی و پژوهشی.

سرفصل درس:

- اصول فرایندهای تشویه و تکلیس، نمودارهای پایداری PSD، انواع فرایندهای تشویه شامل تشویه اکسیدان، تشویه سولفاته، تشویه کلرینه و فلورینه و ...
- سرباره‌ها: سرباره‌های اسیدی و بازی، سرباره‌های سیلیکاتی و تشکیل دهنده شبکه، سرباره‌های بازی، بازیسته بهینه، واکنش‌های پلیمر شدن سرباره‌ها، مدل سرباره تمکین، مدل سرباره یون مجزا، مدل سرباره FFG
- اصول تولید فلزات از کنساتره‌های سولفیدی
- اصول احیای اکسید فلزات (توسط کربن، توسط گاز)
- اصول فرایندهای متالوترمی جهت تولید فلزات
- اصول تصفیه فلزات
- بازیافت و کنترل گازها و غبارهای تولید شده در فرایندهای پیرومتالورژی
- مسائل کاربردی در فرایندهای پیرومتالورژی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۵	نوشتاری: %۶۰	-	%۲۵
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Mackey, P., Grimsey, E., Jones, R., & Brooks, G. (2014). *Celebrating the Megascale: Proceedings of the Extraction and Processing Division Symposium on Pyrometallurgy in Honor of David G.C. Robertson*. Berlin: Springer.

منابع فرعی:

Alcock, C. B. (1976). *Principles of Pyrometallurgy*. Massachusetts: Academic Press.

Butts, A. (2008). *Metallurgical Problems*. Edinburgh: Johnston Press.

Habashi, F. (1986). *Principles of Extractive Metallurgy-Volume 3: Pyrometallurgy*. Oxfordshire: Gordon & Breach.

Ray, H. S., Sridhar, R., & Abraham, K. P. (2008). *Extraction of Nonferrous Metals*. Delhi: Affiliated East-west Press Private Limited.

Rosenqvist, T. (1974). *Principles of Extractive Metallurgy*. New York: McGraw-Hill.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی

عنوان درس (انگلیسی): Principles of Hydro and Electro-Metallurgical Processes

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

- تبیین مبانی شیمیایی، الکتروشیمیایی و تکنولوژیکی تولید و تصفیه فلزات و ترکیبات فلزی از منابع اولیه و ثانویه به روش‌های هیدرو متالورژی و الکترومتالورژی
- تجزیه و تحلیل فرایندهای لیچینگ (فروشویی)، پالایش و پرعیارسازی محلول، بازیابی و ترسیب به روش‌های الکتریکی و غیر الکتریکی و نیز تصفیه الکتریکی فلزات

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- درک مهندسی و تجزیه و تحلیل فرایندهای تولید مرتبط با حوزه‌های هیدرو متالورژی و الکترومتالورژی از منظر کاربردی و پژوهشی.
- مهارت افزایی در خصوص روش‌های لیچینگ، پالایش و پرعیارسازی محلول و بازیابی فلزات و نیز فرایندهای تولید و تصفیه الکتریکی فلزات

سرفصل درس:

- اصول فرایندهای هیدرو متالورژی:
 - کلیاتی در مورد روش‌های مختلف استخراج، مقایسه مزایا و معایب روش‌های پیرومتالورژی و هیدرو متالورژی
 - مبانی ترمودینامیکی، الکتروشیمیایی و سینتیکی لیچینگ، طریقه رسم و کاربرد نمودارهای پوربه در لیچینگ
 - مثال‌هایی از لیچینگ شیمیایی و الکتروشیمیایی اکسایشی و احیایی، روش‌های صنعتی لیچینگ
 - اصول و روش‌های پالایش و پرعیارسازی محلول با کمک زغال فعال، رزین و حلال آلی، جذب سطحی با زغال فعال، ساختار عمومی رزین‌های تبادل یونی، انواع رزین‌های مورد استفاده در پالایش و پرعیارسازی محلول
 - روش‌های استخراج با حلال، ترمودینامیک استخراج با حلال، متغیرهای ضریب توزیع، درصد استخراج و فاکتور جدایش در استخراج با حلال، استخراج مکرر با حلال
 - ایزوترم استخراج، رسم نمودار McCabe-Thiele و کاربرد آن در استخراج و بازپس‌گیری



- بازیابی به روش فیزیکی (تبلور)
- هیدرولیز
- ترمودینامیک و سینتیک رسوب گیری به صورت هیدروکسید، کربنات و سولفید، ترمودینامیک و سینتیک فرایند سمانتاسیون
- مبانی ترمودینامیکی و سینتیکی احیا با هیدروژن، احیا به وسیله گازهای دیگر
- اصول فرایندهای الکترومتالورژی:
- اصول الکتروشیمی، ترمودینامیک و مفهوم تعادل در واکنش های الکتروشیمی، اصول پیل ها و سل های الکترولیز، نیم واکنش های آندی و کاتدی، سینتیک واکنش های الکتروشیمی در الکترو
- مبانی فرایندهای الکترومتالورژی: قانون فارادی، راندمان جریان، مصرف ویژه انرژی، راندمان انرژی، چگالی جریان، پتانسیل تئوری سل (پتانسیل تجزیه)، پتانسیل اضافی و انواع آن شامل پتانسیل اضافی فعال سازی، پتانسیل اضافی هیدروژن، پتانسیل اضافه آزاد شدن حباب، پتانسیل اضافه دیافراگم، افت پتانسیل IR، عوامل مؤثر بر ولتاژ، راندمان جریان و مصرف ویژه انرژی در فرایند
- فرایندهای ربایش و پالایش (تصفیه) الکتریکی، اجزای یک واحد صنعتی ربایش یا پالایش الکتریکی
- ربایش و پالایش الکتریکی مس، روی و نیکل: شرح کلی فرایندهای متداول ربایش الکتریکی با آندهای خنثی (غیرمصرفی) و آندهای مصرفی (مثل آند مات نیکل)، نیم واکنش های آندی و کاتدی، محاسبه پتانسیل تئوری و اعمالی، محاسبه مصرف ویژه انرژی، جنس آند و کاتد، اثر ناخالصی های الکترولیت و روش های حذف آنها
- اصول فرایند تولید آلومینیم (Hall-Heroult)، نقش کریولیت، علت استفاده از گرافیت به عنوان آند و نقش آن در واکنش ها، افزودنی های حمام مذاب، متغیرهای حمام مذاب، ترکیب بهینه الکترولیت، نیم واکنش های آندی و کاتدی، مواد شارژی، فرایند بایر، پوسته، لجن، کنترل فرایند، طراحی سل و تلفات گرمایی آن، محاسبه ولتاژ تئوری و اعمالی، محاسبه مصرف ویژه انرژی، راندمان انرژی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۵٪	-	نوشتاری: ۶۰٪ عملکردی: -	۱۵٪



منابع اصلی:

Cabrera, R. (2017). *Hydrometallurgy: Applications, Technology and Research*. New York: Nova Science Publishers.

منابع فرعی:

Grjotheim, K., Kvande, H. (2011). *Introduction to Aluminum Electrolysis*. Berlin: Beuth Verlag.

Gupta, C. K., Mukherjee, T. K. (1990). *Hydrometallurgy in Extraction Processes-Vols. 1 and 2*. Florida: CRC Press.

Habashi, F. (2007). *A Textbook of Hydrometallurgy*. 2nd ed. Quebec: Metallurgie Extractive Quebec.

Habashi, F. (1970). *Principles of Extractive Metallurgy-Vol. 2: Hydrometallurgy*. New York: Gordon & Breach.

Habashi, F. (1999). *Principles of Extractive Metallurgy-Vol. 4: Amalgam and Electrometallurgy*. Quebec: Metallurgie Extractive Quebec.

Jackson, E. (1986). *Hydrometallurgical Extraction and Reclamation*. Chichester: Ellis Horwood Ltd.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آزمایشگاه فرایندهای شیمیایی مواد

عنوان درس (انگلیسی): Laboratory of Chemical Processes of Materials

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: اصول فرایندهای

پیرومتالورژی، اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: عملی

تعداد واحد: ۱

اهداف درس:

فراگیری عملی روش‌های انجام فرایندهای شیمیایی مواد شامل پیرومتالورژی، هیدرو متالورژی، الکترومتالورژی و سنتز مواد به‌منظور تمرین یک پژوهش از حیث طرح مسأله، طراحی و انجام آزمایش، به دست آوردن و پردازش داده‌ها و تجزیه و تحلیل و ارائه آن‌ها.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی عملی با فرایندهای شیمیایی مواد شامل پیرومتالورژی، هیدرو متالورژی، الکترومتالورژی و سنتز مواد
- توانایی طرح مسأله بر اساس منابع مطالعاتی
- توانایی طراحی و انجام آزمایش
- توانایی به دست آوردن، پردازش و ارائه داده‌های آزمایشگاهی.

سرفصل درس:

در حوزه‌های زیر، آزمایش‌هایی به‌صورت پژوهش محور با نظر استاد تعیین و به‌منظور تمرین یک پژوهش همراه با فرایند طرح مسأله، جستجو در منابع مطالعاتی، طراحی و انجام آزمایش و به دست آوردن، تحلیل و ارائه نتایج صورت می‌گیرد:

- سینتیک فرایند تشویه / تکلیس
- واکنش‌های سرباره-مذاب
- واکنش‌های متالوترمی
- احیای اکسیدهای فلزی
- سینتیک لیچینگ اکسید یا سولفید فلزات
- لیچینگ اکسایشی / احیایی



- فعال سازی مکانیکی و فرایندهای مکانوشیمیایی
- الکترولیچینگ
- پالایش و تغلیظ محلول در فرایندهای هیدرو متالورژی
- بررسی فرایندهای ربایش و پالایش الکتربکی
- سنتز مواد.

روش یاددهی - یادگیری:

ارائه به صورت تمرین یک پژوهش عملی همراه با فرایند طرح مسأله، جستجو در منابع مطالعاتی، طراحی و انجام آزمایش و به دست آوردن، تحلیل و ارائه نتایج

روش ارزیابی:

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز:

آزمایشگاه مجهز به امکانات موردنیاز برای انجام فرایندهای شیمیایی مواد شامل فرایندهای پیرومتالورژی، هیدرو متالورژی، الکترومتالورژی و سنتز مواد.

فهرست منابع:

بسته به نوع و ماهیت آزمایش ها، از منابع و مقالات جدید و به روز استفاده می گردد.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): خوردگی پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Corrosion

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته خوردگی در حوزه مهندسی مواد و به کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

تجزیه و تحلیل پدیده‌های خوردگی در موضوعات پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

- روئینگی و پلاریزاسیون آندی
- اثر pH و انحلال آهن در محیط‌های قلیایی
- منحنی‌های پلاریزاسیون آندی و کاتدی
- پلاریزاسیون آندی فلزات و آلیاژهای Fe-Cr, Fe-Cr-Mo, Fe-Cr-Ni, Ni-Cr, Ni-Mo
- نرخ خوردگی و ترمودینامیک روئینگی
- روئینگی آلیاژها و ترکیب لایه اکسیدی روئینه
- خوردگی شیاری و پدیده‌های مرتبط
- خوردگی شیاری در تجهیزات پزشکی، نیروگاهی و هوافضا
- خوردگی حفره‌ای و پدیده‌های مرتبط
- مکانیزم و مدل رشد حفره پایدار
- خوردگی میکروبیولوژیکی و مسائل مرتبط
- خوردگی در سیمان
- خوردگی مرزدانه‌ای
- غیر آلیاژی شدن



• خوردگی گالوانیک

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۲۵	نوشتاری: %۷۵	-	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Elayaperumal, K., Raja, V. S. (2015). *Corrosion Failures: Theory, Case Studies, and Solutions*. NJ: John Wiley & Sons.

منابع فرعی:

Mac Cafferty, E. (2010). *Introduction to corrosion Science*. Berlin: Springer.

Roberge, P. R. (2012). *Handbook of Corrosion Engineering*. New York: Mc Graw-Hill.

Shreir, L. L., Jarman, R. A., & Burstein, G. T. (2000). *Corrosion*. Oxford: Butterworth & Heinemann.

Stansbury, E. E., Buchanan, R. A. (2000). *Fundamentals of Electrochemical Corrosion*. Ohio: ASM International.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آزمایشگاه خوردگی پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Corrosion Laboratory

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۱ نوع واحد: عملی تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی عملی با آزمایش‌های خوردگی پیشرفته


سرفصل درس:

- آشنایی با تجهیزات
- اندازه‌گیری پتانسیل خوردگی
- اندازه‌گیری جریان خوردگی براساس آزمون تافل
- آزمون پتانسیل پتانسیواستاتیک
- آزمون پتانسیل پتانسیودینامیک
- مقاومت پلاریزاسیون خطی
- آزمون خوردگی حفره‌ای و شیاری
- روش گالوانواستاتیک و دینامیک
- بررسی خوردگی گالوانیک و آزمون ZRA
- آزمون امپدانس الکتروشیمیایی

روش یاددهی - یادگیری:

ارائه به صورت عملی و انجام آزمایش‌های مربوطه

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵۰٪	-	نوشتاری: ۵۰٪	
		عملکردی: -	

تجهيزات و امکانات موردنیاز:

فضای آزمایشگاهی با تجهیزات مربوطه

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Elayaperumal, K., Raja, V. S. (2015). *Corrosion Failures: Theory, Case Studies, and Solutions*. NJ: John Wiley & Sons.

منابع فرعی:

Kelly, R. G., Scully, J. R., Shoesmith, D. W., & Buchheit, R. G. (2002). *Electrochemical Techniques in Corrosion Science and Engineering*. New York: Marcel Dekker.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): الکتروشیمی پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Electrochemistry

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

- شناخت مفهوم الکتروشیمی و آشنایی با نظریه‌ها و تئوری‌های حاکم بر آن
- شناخت مبانی نظری واکنش‌های الکتروشیمی، مراحل و انواع روش‌های اندازه‌گیری الکتروشیمیایی
- شناخت کامل و همه‌جانبه فرآیندهای الکتروشیمیایی خوردگی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- توانایی تحلیل واکنش‌های الکتروشیمیایی
- درک ماهیت الکتروشیمیایی فرآیندهای خوردگی
- آگاهی از مکانیسم‌های مختلف خوردگی در شرایط مختلف
- تشخیص انواع خوردگی با توجه به مکانیزم و عوامل به وجود آورنده آن
- کسب توانایی در مانیتور کردن خوردگی

سرفصل درس:

- الکترولیت (تعاریف اکسیداسیون و احیا، پیل‌های الکتروشیمیایی، تحرک یون‌ها در محلول، عدد انتقال)
- الکتروود (فصل مشترک الکتروود-الکترولیت، لایه‌ی دوگانه و مدل‌های مختلف آن، مقاومت و خازن الکتروود، پتانسیل الکتروود، پتانسیل ریداکس، رابطه نرنست، انواع الکتروودها)
- واکنش‌ها (واکنش‌های آندی و کاتدی، شدت جریان تبادلی، مفهوم پلاریزاسیون و انواع آن از جمله اکتیواسیون-غلظتی-اهمی، رابطه‌ی باتلر ولمر، روابط تافل، تئوری پتانسیل مخلوط واگنر، معرفی دیاگرام پوربه)
- طبیعت الکتروشیمیایی خوردگی و واکنش‌های آن
- دیاگرام‌های Evens در حالت‌های مختلف مانند اکتیو-پسیو- خوردگی موضعی- بازدارنده و...
- روش‌های اندازه‌گیری خوردگی (الکتروشیمیایی و غیر الکتروشیمیایی)
- رفتار اکتیو-پسیو و ماهیت پسیوتی



- خوردگی فلزات دارای رفتار پسیویتی
- مکانیزم پسیویتی و شکست پسیویتی
- مکانیزم‌های خوردگی (خوردگی شیاری، خوردگی حفره‌ای، خوردگی میکروبی، خوردگی بین‌دانه‌ای، خوردگی گالوانیک)
- مثال‌هایی از خوردگی فلزات مختلف در محیط‌های گوناگون

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪ عملکردی: -	۴۰٪	۱۰٪

فهرست منابع:

منابع اصلی:
Ohtsuka, T., Nishikata, A., Sakairi, M., & Fushimi, K. (2018). *Electrochemistry for Corrosion Fundamentals*. Singapore: Springer Singapore.

منابع فرعی:
Mac Cafferty, E. (2010). *Introduction to corrosion Science*. Berlin: Springer.
Marcus, P. (2011). *Corrosion Mechanisms in Theory and Practice*. Florida: CRC Press.

Oldham, K. B., Myland, J., & Bond, A. M. (2013). *Electrochemical Science and Technology: Fundamentals and Applications*. NJ: Wiley.

Roberge, P. R. (2012). *Handbook of Corrosion Engineering*. New York: Mc Graw-Hill.

Shreir, L. L. (2009). *Sherri's Corrosion*. Amsterdam: Elsevier Science.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): روش‌های کنترل خوردگی

عنوان درس (انگلیسی): Corrosion Control Methods

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: الکتروشیمی پیشرفته

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با دانش روش‌های رایج و نوین کنترل خوردگی در صنایع مختلف

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- کسب اطلاعات به‌روز و کاربردی از به‌کارگیری پوشش‌های مقاوم، بازدارنده‌های خوردگی و حفاظت کاتدی و آندی
- انتخاب مواد مقاوم به خوردگی با توجه به شرایط عملیاتی و محیطی

سرفصل درس:

- رنگ‌ها و پوشش‌های آلی
 - اجزای تشکیل‌دهنده رنگ (پیگمنت، رزین‌ها، پرکننده‌ها، مواد افزودنی و حلال‌ها) و خواص آن‌ها
 - چگونگی تشکیل فیلم رنگ، چسبندگی و قابلیت نفوذ رنگ
 - سیستم‌های رنگ
 - خلاصه‌ای بر روش‌های آماده‌سازی سطح و اهمیت رعایت اصول فنی در کاربرد پوشش‌ها
 - مکانیزم حفاظت از خوردگی توسط رنگ
 - معایب رنگ‌ها و روش‌های بازرسی فنی رنگ
- پوشش‌های فسفات، کرومات و آندایزینگ
- بازدارنده‌های خوردگی
 - تعریف و انواع بازدارنده‌ها
 - اثرات مختلف محیطی بر عمل بازدارندگی (دما، غلظت، سرعت سیال و ...)
 - مکانیزم بازدارندگی در محیط‌های مختلف
 - ایزوترم‌های جذب و ترمودینامیک جذب بازدارنده‌ها



- حفاظت کاتدی و آندی
 - حفاظت کاتدی به روش آند فدا شونده
 - حفاظت کاتدی به روش تزریق جریان
 - روش‌های اندازه‌گیری مقاومت خاک
 - معیار حفاظت و فاکتورهای مؤثر در طراحی حفاظت کاتدی
 - حل مسائل مربوط به طراحی و نصب سیستم‌های حفاظت کاتدی
 - انواع جریان‌های سرگردان و تأثیر آن‌ها بر سیستم حفاظت کاتدی
- انتخاب مواد
 - پیش‌بینی عملکرد خوردگی و نقشه خوردگی (Corrosion Map)
 - پیش‌بینی براساس تجربه
 - پیش‌بینی براساس آزمون‌های خوردگی
 - پیش‌بینی براساس ترکیب شیمیایی مواد
 - پیش‌بینی براساس مدل‌های کمی
 - ارزیابی خطرات خوردگی در انتخاب مواد و ارزیابی اقتصادی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	۳۰٪	نوشتاری: ۵۰٪ عملکردی: -	۲۰٪

فهرست منابع:

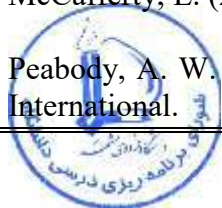
منابع اصلی:

Qian, S., Cheng, Y.F. (2017). Accelerated corrosion of pipeline steel and reduced cathodic protection effectiveness under direct current interference. *Construction and Building Materials*, 148, 675-685.

منابع فرعی:

McCafferty, E. (2010). *Introduction to Corrosion Science*. New York: Springer Publishing.

Peabody, A. W. (2001). *Peabody's Control of Pipeline Corrosion*. 2nd ed., Houston: NACE International.



Sastri, V. S. (2011). *Green Corrosion Inhibitors*. NJ: Wiley.

Schweitzer, P. A. (2006). *Corrosion Control Through Organic Coatings*. London: Taylor & Francis.

Shreir, L. L., Jarman, R. A., & Burstein, G. T. (2000). *Corrosion*. Oxford: Butterworth-Heinemann.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آزمایشگاه روش‌های کنترل خوردگی

عنوان درس (انگلیسی): Laboratory of Corrosion Control Methods

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ■ ندارد □ پیش‌نیاز: الکتروشیمی پیشرفته

تعداد واحد: ۱ نوع واحد: عملی تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی عملی متخصصین خوردگی به دانش روش‌های رایج و نوین کنترل خوردگی در صنایع مختلف

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

کسب اطلاعات عملی از به‌کارگیری پوشش‌های مقاوم، بازدارنده‌های خوردگی و حفاظت کاتدی و آندی

سرفصل درس:

- آشنایی با رنگ‌ها و پوشش‌های آلی
- ایجاد پوشش‌های محافظ
- به‌کارگیری بازدارنده‌های خوردگی
- بررسی حفاظت کاتدی و آندی
- بررسی تأثیر جنس ماده در کنترل میزان خوردگی

روش یاددهی - یادگیری:

روش آزمایشگاهی

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزیابی مستمر
-	نوشتاری: ۵۰٪ عملکردی: -	-	۵۰٪

تجهیزات و امکانات موردنیاز:

فضای آزمایشگاهی



منابع اصلی:

Qian, S., Cheng, Y.F. (2017). Accelerated corrosion of pipeline steel and reduced cathodic protection effectiveness under direct current interference. *Construction and Building Materials*, 148, 675-685.

منابع فرعی:

McCafferty, E. (2010). *Introduction to Corrosion Science*. New York: Springer Publishing.

Sastri, V. S. (2011). *Green Corrosion Inhibitors*. NJ: Wiley.

Schweitzer, P. A. (2006). *Corrosion Control Through Organic Coatings*. London: Taylor & Francis.

Shreir, L. L., Jarman, R. A., & Burstein, G. T. (2000). *Corrosion*. Oxford: Butterworth-Heinemann.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): خوردگی داغ و اکسیداسیون دمای بالا

عنوان درس (انگلیسی): High Temperature Oxidation and Hot Corrosion

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

فراگیری مباحث علمی و کاربردی مرتبط با خوردگی فلزات و آلیاژها در دماهای بالا به ویژه اکسیداسیون و خوردگی داغ

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

خودکفایی مطالعات مربوط در این زمینه

سرفصل درس:

- کلیات: مقدمه‌ای بر تعاریف و مفاهیم اولیه اکسیداسیون در دمای بالای خوردگی داغ و بیان کاربرد آن در مقوله‌های علمی و کاربردی.
- روش‌های آزمایش، ارزیابی اکسیداسیون
- اندازه‌گیری سینتیک واکنش‌ها، روش‌های پیوسته و روش‌های ناپیوسته
- آزمون‌های سریع، مبانی ترمودینامیکی، مقدمات، محاسبات
- نقش نفوذ و عوامل مؤثر بر آن، مکانیزم‌های اکسیداسیون
- تئوری‌ها، مدل‌ها و مکانیزم‌های پیشنهادی
- سرعت اکسیداسیون، تئوری‌های ارائه شده
- اکسیداسیون فلزات خالص، سیستم‌های تک لایه، سیستم‌های چندلایه
- اکسیداسیون آلیاژها، طبقه‌بندی انواع واکنش‌ها
- اکسیداسیون انتخابی، اکسیداسیون سایر آلیاژها
- بررسی سایر اتمسفرهای اکسیداسیون، واکنش با گوگرد، واکنش با هالوژن‌ها
- واکنش با کربن، واکنش با نیتروژن



- خوردگی داغ، انواع خوردگی داغ، شیمی خوردگی داغ، اثرات سایر رسوبها
- خوردگی ناشی از پودر شدن فلزات
- پوشش‌های دمای بالا و جمع‌بندی

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی با استفاده از امکانات کمک آموزشی
- تحقیق و ارائه مطالب توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Khanna, A. S. (2016). *High Temperature Corrosion*. Singapore: World Scientific.

منابع فرعی:

کیانی رشید، علیرضا، صادق پور، علی (۱۳۹۱). *اصول و مبانی خوردگی دمای بالای فلزات*. تهران: انتشارات نما.

ASM. (1992). *ASM Metals Handbook: Vol. 13-Corrosion*. Ohio: ASM International.

Briks, N., Meier, G. H., & Pettit, F. S. (2006). *Introduction to the High Temperature Oxidation of Metals*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University.

Gao, W., Li, Z. (2008). *Developments in High-temperature Corrosion and Protection of Materials*. London: Woodhead Publishing.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): جنبه‌های مکانیکی خوردگی

عنوان درس (انگلیسی): Mechanically Assisted Corrosion

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز / هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته در زمینه ارتباط نیروهای مکانیکی و خوردگی و به‌کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با خسارت‌های خوردگی تحت نیروهای مکانیکی

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر مکانیک شکست
- چگونگی اثر نیروهای مکانیکی بر خوردگی
- خوردگی تنش
- ترک خوردگی و خسارت هیدروژنی
- ترک خوردگی تنش سولفیدی
- خستگی و خوردگی خستگی
- خوردگی سایشی
- خوردگی حبابی
- خوردگی فرسایشی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۵	%۳۵	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:
Makhlouf, A. S. H., Aliofkhazraei, M. (2016). <i>Handbook of Materials Failure Analysis with Case Studies from the Oil and Gas Industry</i> . Oxford: Butterworth-Heinemann.
منابع فرعی:
Cheng, Y. F. (2013). <i>Stress Corrosion Cracking of Pipelines</i> . NJ: Wiley.
Landolt, D. (2007). <i>Corrosion and Surface Chemistry of Metals</i> . Florida: CRC Press.
McCafferty, E. (2010). <i>Introduction to Corrosion Science</i> . New York: Springer Publishing.
Shreir, L. L., Jarman, R. A., & Burstein, G. T. (2000). <i>Corrosion</i> . Oxford: Butterworth-Heinemann.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مدیریت خوردگی

عنوان درس (انگلیسی): Corrosion Management

نوع درس: اختیاری پیش نیاز/ هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با سیستم‌های مدیریت خوردگی و به کارگیری آن در مسائل کاربردی

سرفصل درس:

- مفهوم مدیریت خوردگی و مزایا، جنبه‌های اقتصادی خوردگی، خوردگی در صنایع نفت و گاز
- فرایند مدیریت خوردگی و بررسی یکپارچگی استقرار آن
- استراتژی مدیریت خوردگی دارایی‌ها
- سیستم مدیریت خوردگی و ارتباط آن با سایر سیستم‌های مدیریت یکپارچه نگهداری
- ابزارهای مدیریت خوردگی (تعیین ریسک خوردگی، ارزیابی ریسک خوردگی CRA، ماتریس‌های کنترل خوردگی و شاخص‌های کلیدی عملکرد خوردگی)
- بازرسی بر مبنای ریسک RBI مطابق با استانداردهای API580 و API581
- خط‌مشی و استراتژی مدیریت خوردگی
- بدنه سیستم‌های مدیریت خوردگی
- ساختار سازمانی و مسئولیت‌ها
- برنامه‌ریزی، دستورالعمل و شیوه‌های اجرایی
- اندازه‌گیری کارایی سیستم مدیریت خوردگی و بازنگری آن
- ممیزی سیستم مدیریت خوردگی
- مدیریت خوردگی و اهمیت ارتباطات
- مدیریت داده‌ها
- نواقص متداول در استقرار مدیریت خوردگی
- بهینه‌سازی هزینه خوردگی



- پیشگیری از شکست خوردگی
- خودارزیابی و تدوین نقشه راه استقرار نظام مدیریت خوردگی
- سند راهبردی مدیریت خوردگی صنعت نفت
- مطالعات موردی در رابطه با استقرار مدیریت خوردگی در دنیا و شرکت‌های تابعه وزارت نفت
- انتخاب مواد برای مقاوم کردن نسبت به خوردگی
- کاهش ریسک‌های خوردگی با طراحی
- ارزیابی Fitness for Service
- مانیتورینگ و بازرسی خوردگی
- مدیریت خوردگی در صنایع نفت و گاز، پتروشیمی و شیمی
- مدیریت خوردگی زیرساخت‌ها، خطوط لوله ساحلی، خودروها، هواپیما
- حفاظت از میراث فرهنگی فلزی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	نوشتاری: ۷۵٪	۲۵٪
-	-	عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Morshed, A. (2017). *An Introduction to Corrosion Management in Industry*. Houston: NACE International.

منابع فرعی:

Morshed, A. (2011). *An Introduction to Asset Corrosion Management in the Oil and Gas Industry*. Houston: NACE International.

Shreir, L. L., Jarman, R. A., & Burstein, G. T. (2000). *Corrosion*. Oxford: Butterworth-Heinemann.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): خوردگی در محیط‌های طبیعی و صنعتی

عنوان درس (انگلیسی): Corrosion in Natural and Industrial Environments

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث خوردگی در محیط‌های طبیعی و صنعتی و به‌کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

سرفصل درس:

- خوردگی در آب‌های طبیعی: اجزای آب، رسوبات در آب‌های طبیعی، خوردندگی آب‌های طبیعی، روش‌های بررسی خوردگی در آب‌های طبیعی
- خوردگی اتمسفری: انواع اتمسفرهای مختلف، رسوب‌گذاری، نقش باد و باران بر پاک‌سازی سطوح، انواع مختلف رطوبت بر روی سطوح، آلودگی‌های منجر به خوردگی موجود در اتمسفر، نقش فاکتورهای مختلف نظیر میزان رطوبت و دما بر خوردگی اتمسفری، خوردگی نقطه‌شبنم، روش‌های بررسی خوردگی اتمسفری
- خوردگی در محیط‌های دریایی: مقدمه‌ای بر محیط‌های دریایی و اجزای آن، مکانیزم‌های خوردگی در آب دریا، خوردگی فولادهای ساده و زنگ‌نزن در آب دریا، خوردگی آلیاژهای غیر آهنی در آب دریا، روش‌های انجام تست‌های خوردگی در محیط آب دریا
- خوردگی در خاک‌ها: طبیعت و انواع خاک‌ها، نرخ خوردگی در خاک‌ها، تعیین میزان خوردندگی انواع خاک، بررسی عوامل مؤثر مانند رطوبت و هوادهی خاک‌ها، روش‌های تست و کنترل خوردگی در خاک
- خوردگی میکروبی: میکروارگانیسم‌ها، انواع MIC، خوردگی تحت تأثیر باکتری‌های کاهنده سولفات، خوردگی اسیدی میکروبی، تست‌های مورد استفاده جهت بررسی فعالیت MIC، بررسی خطر MIC در شرایط کاری
- خوردگی در صنعت الکترونیک، صنایع باتری‌سازی، صنایع خودروسازی، سیستم آب آشامیدنی، مخازن نگهداری سوخت و صنایع هوافضا
- خوردگی تحت تأثیر عایق‌های حرارتی
- خوردگی در بتن‌ها
- خوردگی در نیروگاه‌ها: توربین‌های بخار، محفظه احتراق، سیستم‌های خنک‌کننده، بویلرها



- روش‌های مانیتورینگ خوردگی در صنعت
- خوردگی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی: مقدمه‌ای بر بخش‌های مختلف صنعت نفت، گاز و پتروشیمی؛ انواع محیط‌های خورنده؛ انواع خوردگی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی و محل وقوع هر کدام از آن‌ها؛ تأثیر عوامل خورنده در صنعت نفت و پتروشیمی بر خوردگی تجهیزات حفاری، استخراج، ذخیره، انتقال و تصفیه مرتبط با هر صنعت؛ روش‌های کنترل خوردگی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی؛ بازرسی، مانیتورینگ و انواع تست‌های خوردگی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	نوشتاری: ۷۵٪	۲۵٪
-	-	عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:
 Kutz, M. (2018). *Handbook of Environmental Degradation of Materials*. 3rd ed. Norwich: William Andrew.

منابع فرعی:
 Ailor, W. H., Dean, S. W., & Haynie, F. H. (1974). *STP 558-Corrosion in Natural Environment*. PA: ASTM International.

Groysman, A. (2010). *Corrosion for Every Body-Chapter 3*. Berlin: Springer.

Heidersbach, R. (2011). *Metallurgy and Corrosion Control in Oil and Gas Production*. NJ: Wiley.

Salas, B. V., Wiener, M. S., Carrillo, M., Zlatev, R., & Stoytcheva, M. (2012). *Environmental and Industrial Corrosion- Practical and Theoretical Aspects*. London: InTech.

Shreir, L. L., Jarman, R. A., & Burstein, G. T. (2000). *Corrosion*. Oxford: Butterworth-Heinemann.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): بررسی علل تخریب مواد

عنوان درس (انگلیسی): Failure Analysis

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۱ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۱۶

اهداف درس:

- شناخت کامل و جامع دلایل و پیامدهای ناشی از شکست یا تخریب قطعات مهندسی، ناشی از عوامل متعددی مانند انتخاب نادرست مواد، نارسایی فرایند تولید، شرایط محیطی پیش‌بینی نشده و یا کاربری نامناسب
- فراگیری پدیده‌ها و عوامل تخریب مواد و راه‌های پیشگیری از آن

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- شناخت عوامل مؤثر در خوردگی و تخریب در محیط‌های واقعی
- شناخت پیامدهای اقتصادی و انسانی تخریب مواد
- توانایی حل مسائل عینی مرتبط با خوردگی
- توانایی فعالیت در کلیه صنایع زیربنایی و سبک و سنگین که با مسائل خوردگی داغ روبرو هستند.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر انواع روش‌های خوردگی
 - شناخت مکانیزم‌های تخریب در اشکال مختلف خوردگی رایج در صنایع مختلف
 - تشریح اهمیت شکست خوردگی و پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی و انسانی آن
 - تشریح روش‌های انتخاب مواد مهندسی و کاربرد آن‌ها با ذکر مثال‌های واقعی
 - مطالعه و بررسی موارد تخریب‌شده در صنعت دنیا
- عملی:
- بازدید از مکان‌های صنعتی مختلف جهت آشنایی نزدیک با مشکلات تخریب صنعت
 - تهیه نمونه تخریب‌شده در محیط‌های صنعتی و مطالعه و بررسی علل تخریب و تهیه گزارش.



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز:

فراهم آوردن شرایط بازدید از اماکن مختلف صنعتی مرتبط، در دسترس قرار دادن نمونه‌های واقعی تخریب شده در صنایع مختلف جهت مطالعه و بررسی دانشجویان

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Elayaperumal, K., Raja, V. S. (2015). *Corrosion Failures, (Theory, Case Studies, and Solutions)*. NJ: Wiley.

منابع فرعی:

Latanision, R. M., Rebak, R. B. (1995). *Corrosion Reviews*. Vol. 13, Berlin: Walter de Gruyter.

منابع مطالعاتی:

Zee, M., Chikkam, A. K., Larkin, E., Taheri, P., Rezaie, A., & Campbell, A. (2019). *Corrosion Risk Assessment, Failure Analysis and Corrosion Mitigation for Aboveground Storage Tanks and Case Histories*. Tennessee: Corrosion.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): شکل دهی گرم مواد

عنوان درس (انگلیسی): Hot Deformation of Materials

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با شکل دهی داغ فلزات و تفاوت آن با شکل دهی سرد، درک تغییرات ساختار و خواص فلزات در اثر تغییر شکل گرم و داغ.

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

تحلیل ارتباط بین متغیرهای تغییر شکل داغ (نظیر دما، نرخ کرنش و...) و ارتباط این متغیرها با تغییرات ساختاری و خواص فلزات پس از تغییر شکل گرم

سرفصل درس:

- تعریف کار گرم و تفاوت آن با کار سرد، کارسختی و حساسیت به نرخ کرنش در فلزات
- گرم شدن ماده حین تغییر شکل مومسان، مروری بر مکانیزم های تغییر شکل مومسان و اثر دما و نرخ کرنش بر آنها
- اثر انرژی نقص چیدن
- نقشه های تغییر شکل
- رفتار ابر مومسان
- انرژی ذخیره شده در فلز ناشی از وقوع کارسختی
- بازگردانی و چگونگی وقوع آن و دسته بندی انواع آن،
- تحولات ریزساختار حین تغییر شکل سرد
- اثر انرژی نقص چیدن بر تشکیل سلول نابجایی و یا ایجاد دوقلوبی، بازیابی و نحوه مطالعه کمی اثرات آن، مکانیسم های فعال حین بازیابی و تغییرات ریزساختاری ناشی از آن، بازیابی توسعه یافته، بازیابی دینامیکی و اثر آن بر تنش سیلان و تحولات ریزساختار فلز، پارامتر زنر- هولمان و نحوه استفاده از آن در مطالعات تغییر شکل داغ



تعریف تبلور مجدد، تفاوت تبلور مجدد پیوسته و ناپیوسته، تبلور مجدد استاتیکی و دینامیکی، بررسی مکانیزم جوانه زنی و رشد و عوامل مؤثر بر سینتیک تبلور مجدد استاتیکی ناپیوسته، اثر تبلور مجدد دینامیکی ناپیوسته بر ریزساختار و تنش سیلان فلز، جوانه زنی و رشد در تبلور مجدد دینامیکی ناپیوسته و اندازه دانه ناشی از آن، تبلور مجدد دینامیکی پیوسته و نحوه وقوع آن حین تغییر شکل شدید، تبلور مجدد استاتیکی آلیاژهای دوفازی و اثر کسر حجمی فاز دوم، جوانه زنی متأثر از ذرات، رسوب گذاری حین تبلور مجدد و اثر آن بر سینتیک تبلور مجدد، اثر تغییر شکل داغ بر استحاله های آلوتروپیکی، عملیات ترمومکانیکی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی و مباحثه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۱۰٪	۳۰٪	نوشتاری: ۵۰٪ عملکردی: -	۱۰٪

فهرست منابع:

منابع اصلی:

هامفریز، اف. ج؛ و هاترلی، ام. (۱۳۹۴). تبلور مجدد و پدیده های مرتبط با آنیل. ویرایش دوم، ترجمه طرقي نژاد، محمدرضا، عسگری، حامد. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Sakai, T., Belyakov, A., Kaibyshev, R., Miura, H., & Jonas, J. J. (2014). Dynamic and post-dynamic recrystallization under hot, cold and severe plastic deformation conditions. *Progress in Materials Science*, 60, 130-207.

منابع فرعی:

هاسفورد، ویلیام و کدل، رابرت. (۱۳۷۴). شکل دادن فلزات - متالورژی و مکانیک. ویرایش دوم، ترجمه افضلی، محمدرضا. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

McQueen, H. J., Spigarelli, S., Kassner, M. E., & Evangelista, E. (2011). *Hot Deformation and Processing of Aluminum Alloys*. Florida: CRC press.

Tamura, I., Sekine, H., & Tanaka, T. (1988). *Thermomechanical Processing of High-Strength Low-alloy Steels*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Weiss, I., Semiati, S. L. (1998). Thermomechanical processing of beta titanium alloys-an overview. *Materials Science and Engineering A*, 243, 46-65.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): نظریه‌های کشسان و مومسان

عنوان درس (انگلیسی): Theories of Elasticity and Plasticity

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/ هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم تنش کرنش و توصیف رفتار حاکم بر مواد و درک مفاهیم تئوری‌های الاستیسته و پلاستیسته و کاربرد آن در مسائل شکل‌دهی مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با معیارهای تسلیم شدن و تئوری‌های تغییر شکل بازگشت‌پذیر و تغییر شکل بازگشت‌ناپذیر بر مبنای معادلات بنیادی و قانون جریان

سرفصل درس:

- تئوری الاستیسته و پلاستیسته
- خواص مکانیکی اجسام ساده
- تانسور تنش
- کرنش
- روابط بین تنش‌ها و کرنش‌ها
- مسائل تئوری ارتجاعی
- پلاستیسته
- تئوری زمان ذاتی و روابط در فضای کرنش
- قانون جریان پلاستیک و سخت‌شوندگی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، شرکت فعال در بحث‌ها و گفتگوهای چندجانبه در کلاس بین دانشجویان و استاد درس و انجام تکلیف‌ها و تمرین‌های کلاسی



روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

منابع اصلی:
Chung, K., Lee, M. G. (2018). <i>Basics of Continuum Plasticity</i> . Berlin: Springer.
Dixit, P. M., Dixit, U. S. (2015). <i>Plasticity: Fundamentals and Applications</i> . Florida: CRC Press.
Helena, H. J. (2017). <i>Theory of Elasticity and Plasticity</i> . Delhi: Phi Learning Pvt. Ltd.
منابع فرعی:
Johnson, W., Mellor, P. B. (1983). <i>Engineering Plasticity</i> , Ellis Horwood Ltd.
Lubarda, V. A. (2002). <i>Elastoplasticity Theory</i> . Florida: CRC Press.
Osakada, K. (2010). History of plasticity and metal forming analysis. <i>Journal of Materials Processing Technology</i> , 210, 1436-1454.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): شکل پذیری مواد

عنوان درس (انگلیسی): Formability of Materials

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با متغیرهای مؤثر بر قابلیت تغییر شکل مومسان فلزات و نحوه کنترل آن‌ها جهت بهبود این قابلیت.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با اثرات متغیرهای ناشی از فرآیند تغییر شکل مومسان (دما، اصطکاک، نرخ کرنش و ...) و همچنین عوامل مؤثر بر شکل پذیری ذاتی ماده (شبکه کریستالی، ساختار و ...).

سرفصل درس:

- مقدمه، مفاهیم شکل پذیری و کارپذیری
- انواع شکست در شکل دهی مواد: پارگی نرم، رشد و به هم پیوستن حفرات و فرسایش
- تمرکز سیلان و عوامل مؤثر بر آن
- تعریف پارامتر آلفا بر اساس خواص ذاتی فلز برای تمرکز سیلان
- اثر ساختار اولیه بر کارپذیری
- اثر متغیرهای فرآیند روی کارپذیری: نرخ کرنش، فشار متوسط و... مدل سازی دینامیکی تغییر شکل، منابع بروز خطا در آزمون‌های کارپذیری و شکل پذیری
- آزمون‌های کارپذیری اولیه: کشش، پیچش، فشار محوری و خمش
- آزمون‌های کارپذیری توسعه یافته: فشار کرنش صفحه‌ای، نفوذ عرضی جزئی، فشار رینگ
- آزمون‌های شکل پذیری ورق: اریکسون، ارتفاع حدی گنبد ورق، کشش دو محوری ورق، تمرکز سیلان در تغییر شکل‌های هم محور
- تمرکز سیلان در فرآیندهای کرنش صفحه‌ای، تمرکز سیلان ناشی از عیوب متالورژیکی، هندسی و مکانیکی
- عوامل مؤثر بر شکل پذیری ورق‌های فلزی، مفهوم نمودار حد شکل دهی



- معیار مارتینسیت-کازینسکی، معیار ناپایداری موضعی هیل، معیار ناپایداری موضعی سويفت، اثر هندسه منطقه تغییر شکل بر کارپذیری، بررسی مثال‌های خاص.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی و مباحثه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Hingole, R. S. (2015). *Advances in Metal Forming*. Berlin: Springer.

منابع فرعی:

Dieter, G. E. (1988). *ASM Metals Handbook-Forming and Forging: Evaluation of Workability*. Ohio: ASM International.

Semiatin, S. L., Jonas J. J. (1984). *Formability and Workability of Metals- Plastic Flow and Flow Localization*. Ohio: ASM International.

هاسفورد، ویلیام و کدل، رابرت. (۱۳۷۴). *شکل دادن فلزات - متالورژی و مکانیک*. ویرایش دوم، ترجمه افضلی، محمدرضا. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مکانیک مواد مرکب

عنوان درس (انگلیسی): Mechanics of Composite Materials

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اصول مکانیکی حاکم بر مواد مرکب

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

درک مهندسی و تجزیه و تحلیل قوانین حاکم بر بارگذاری مکانیکی مواد مرکب.

سرفصل درس:

- مکانیک مواد مرکب
- آشنایی با کاربردهای مواد مرکب و تعاریف اولیه
- معرفی مواد مرکب زمینه فلزی، پلیمری و سرامیکی و بررسی مشخصات هر دسته مواد
- فصل مشترک در مواد مرکب
- میکرو مکانیک مواد مرکب تقویت شده با الیاف های پیوسته تک جهت
- مکانیک مواد مرکب تقویت شده با الیاف کوتاه
- مکانیک مواد مرکب تقویت شده با ذرات
- سازوکار چقرمه سازی مواد مرکب
- بررسی مقاومت به ضربه در مواد کامپوزیتی
- بررسی رفتار خستگی در مواد مرکب
- بررسی غیر مخرب مواد مرکب

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۵	%۱۵
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Thakre, P. R., Singh, R., & Slipher, G. (2017). *Mechanics of Composite and Multi-functional Materials, Volume 6: Proceedings of the 2017 Annual Conference on Experimental and Applied Mechanics*. Berlin: Springer International Publishing.

منابع فرعی:

ماتیو، اف. ال، راولینگ، آر. دی. (۱۳۸۴). *علم و مهندسی مواد مرکب*. ترجمه شکوه فر، علی، حداد سبزواری، محسن و حائریان اردکانی، علی. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Chawla, K. K. (2012). *Composite Materials, Science and Engineering*. 3rd ed., New York: Springer-Verlag New York.

Chung, D. D. L. (2010). *Composite Materials. Science and Application*. 2nd ed., Berlin: Springer Science & Business Media.

Mccrum, N. G., Buckley, C. P., & Bucknall, C. B. (1997). *Principles of Polymer Engineering*. Oxford: Oxford University Press.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آزمایشگاه شکل دادن پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Forming Laboratory**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۱ نوع واحد: عملی تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با آزمون‌های مربوط به شکل‌دهی فلزات

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

تجزیه و تحلیل نتایج آزمون‌های شکل‌دهی فلزات

سرفصل درس:

- تعیین شکل‌پذیری چند فلز و یا آلیاژ به وسیله آزمون کشش داغ
- آزمایش تعیین نحوه سیلان فلز در فرایندهای فورج قالب بسته اکستروژن
- آزمایش نورد در مورد چند نمونه فلزی و بررسی متغیرهای نورد
- آزمون ECAP

روش یاددهی - یادگیری:

انجام آزمون و بررسی‌های تکمیلی توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵۰٪	-	نوشتاری: ۵۰٪ عملکردی: -	-

تجهیزات و امکانات مورد نیاز:

فضای آزمایشگاهی با تجهیزات مربوطه

فهرست منابع:

Hingole, R. S. (2015). *Advances in Metal Forming*. Berlin: Springer.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): شکل دهی فشاری	
عنوان درس (انگلیسی): Compressive Forming	
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز / هم نیاز: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری
تعداد ساعت: ۳۲	پیش نیاز: -

اهداف درس:

- آشنایی با مفهوم تغییر شکل های فشاری
- پیدا کردن ظرفیت های مورد نیاز و پیش بینی موفقیت فرایند و تعیین مراحل شکل دهی
- آشنایی با مفاهیم توزیع بهینه کرنش و جریان ماده و تأثیر متغیرهای مواد اولیه بر محصول نهایی

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

آشنایی با مفاهیم آهنگری، اکستروود کردن، نقش مواد اولیه بر خواص مکانیکی و نحوه انتخاب مراحل تغییر شکل به منظور بهینه سازی ریزساختار

سرفصل درس:

- مروری بر فرایندهای اکستروژن، آهنگری و جریان ماده در قالب ها
- مروری بر استحاله فازها در حین تغییر شکل
- مروری بر طراحی قالب آهنگری و اکستروود
- مروری بر تجهیزات و ماشین های آهنگری و اکستروود
- آشنای با نرم افزارها
- طراحی قالب ها بر مبنای بهینه سازی ریزساختار نهایی
- معرفی و دلایل ایجاد عیوب محصولات فرایندهای اکستروود و آهنگری

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۳۰	%۱۰
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Bhaduri, A. (2018). *Mechanical Properties and Working of Metals and Alloys*. Berlin: Springer.

Greger, M. (2017). *Forging*. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava.

Li, H., Fu, M. (2019). *Deformation-Based Processing of Materials: Behavior, Performance, Modeling, and Control*. Amsterdam: Elsevier.

منابع فرعی:

Bausier, M., Sauer, G., Siegert, K. (2006). *Extrusion*. Ohio: ASM International.

Davis, J. R., Semiatin, S. L. (1989). *ASM Metals Handbook, Vol. 14:-Forming and Forging*. Ohio: American Society for Metals.

Giles Jr., H. F., Wagner Jr., J. R. (2007). *Extrusion: The Definitive Processing Guide and Handbook*. New York: William Andrew.

Inoue, N., Nishihara, M. (2012). *Hydrostatic Extrusion: Theory and Applications*. Amsterdam: Springer Netherlands.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): شکل دهی ورق			
عنوان درس (انگلیسی): Sheet Forming			
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز / هم نیاز: دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲	

اهداف درس:

آشنایی با روش های محاسبه تنش و کرنش برای شکل دادن ورق

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

محاسبه نیروی مورد نیاز برای تغییر شکل ورق و آشنایی با روش های اندازه گیری و محاسباتی شکل پذیری ورق.

سرفصل درس:

<ul style="list-style-type: none">• مشتقات در سیستم های سطوح منحنی• تنش و کرنش در سطوح منحنی• تئوری و تغییر شکل پلاستیک پوسته ها• شکل پذیری ورق• منحنی های FLD و کاربرد آنها در طراحی پوسته ها.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل
--

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۵	%۲۵	نوشتاری: %۶۰	-
		عملکردی: -	



فهرست منابع:

منابع اصلی:

Kakandikar, G. M., Nandedkar, V. M. (2017). *Sheet Metal Forming Optimization*. Florida: CRC Press.

Kumar, S., Hussein, H. M. A. (2016). *Al Applications in Sheet Metal Forming*. Berlin: Springer.

منابع فرعی:

Banabic, D. (2010). *Sheet Metal Forming Processes*. Berlin: Springer.

Emmens, W. C. (2011). *Formability*. Berlin: Springer.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): ابر مومسانی در مواد مهندسی

عنوان درس (انگلیسی): Superplastic Forming

نوع درس: اختیاری دارد / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اصول حاکم بر ابرمومسانی و روش های تولید مواد با قابلیت ابرمومسانی

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

درک ابرمومسانی و اصول حاکم، مکانیسم ها، خواص و کاربردهای مواد ابرمومسان.

سرفصل درس:

- ضریب حساسیت به نرخ کرنش
- مکانیزم های تغییر شکل در دمای بالا
- عوامل مؤثر بر ابرمومسانی
- ابرومسانی در نرخ کرنش بالا و دمای پایین
- فراوری مواد ابرمومسان
- روش ها و کاربردهای تغییر شکل ابرمومسان

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪ عملکردی: -	۱۵٪



منابع اصلی:

Ma, Z., Mishra, R. S. (2014). *Friction Stir Superplasticity for Unitized Structures*. Amsterdam: Elsevier Science.

منابع فرعی:

Giuliano, G. (2011). *Superplastic Forming of Advanced Metallic Materials: Methods and Applications*. Cambridge: Woodhead Publishing.

Kaibyshev, O. A., Utyashev, F. (2005). *Superplasticity: Microstructural Refinement and Superplastic Roll Forming*. Arlington: Futurepast.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **خستگی**

عنوان درس (انگلیسی): **Fatigue**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مفهوم خستگی، اثر بار متناوب بر ریزساختار و خواص مکانیکی، منحنی S-N و پیش‌بینی عمر خستگی، نحوه گسترش ترک و مکانیزم‌های حاکم بر رفتار خستگی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- فهم تأثیر نیروهای متناوب بر مشخصه‌های ریزساختاری و خواص مکانیکی و تأثیر محیط بر رفتار مواد مهندسی (به‌خصوص فلزات)
- آشنایی با مفاهیم آهنگری، اکستروود و نقش مواد اولیه بر خواص مکانیکی و نحوه انتخاب مراحل تغییر شکل به‌منظور بهینه‌سازی ریزساختار نهایی

سرفصل درس:

- اثر بار گذاری متناوب بر ساختار و عیوب سطحی
- جوانه‌زنی ترک خستگی تأثیر پارامترهای مختلف بر جوانه‌زنی و گسترش ترک
- اثر محیط‌های خورنده بر و گسترش ترک
- اثر عملیات حرارتی سختی سطح بر خستگی (نیتراسیون، کربوراسیون و ...)
- روش‌های مبتنی بر تنش در تحلیل خستگی
- روش‌های مبتنی بر مکانیک شکست در تحلیل خستگی
- تخمین عمر باقی‌مانده قطعات صنعتی
- مثال‌های کاربردی برای تعیین عمر خستگی و آزمون‌های اندازه‌گیری خستگی

روش یاددهی - یادگیری:

- سخنرانی و شرکت فعال در بحث‌ها و گفتگوهای چندجانبه در کلاس بین دانشجویان و استاد درس



▪ انجام تکلیف‌ها و تمرین‌های کلاسی ترم.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
%۱۰	%۳۰	نوشتاری: %۵۰	%۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Correia, J. A. F. O., de Jesus, A. M. P., Fernandes, A. A., & Calçada, R. (2019). *Mechanical Fatigue of Metals*. Berlin: Springer.

Petinov, S. V. (2018). *In-Service Fatigue Reliability of Structures*. Berlin: Springer.

Schijve, J. (2016). *Biaxial Fatigue of Metals: The Present Understanding*. Berlin: Springer.

منابع فرعی:

Davis, J. R., Semiatin, S. L. (1989). *ASM Metals Handbook, Vol. 14: -Forming and Forging*. Ohio: American Society for Metals.

Pokluda, J., Andera, P. (2010). *Micromechanisms of Fracture and Fatigue*. London: Springer-Verlag.

Stephens, R. I., Fatemi, A., Stephens, R. R., Fuchs, H. O. (2000). *Metal Fatigue in Engineering*, 2nd. ed., NJ: Wiley.

Xiong, J. J., Sheno, R. A. (2011). *Fatigue and Fracture Reliability Engineering*. London: Springer-Verlag.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): روش های جوشکاری پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Welding Processes

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته در فرایندهای جوشکاری و به کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

آشنایی با اصول فرایندهای نوین جوشکاری.

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر فرایندهای جوشکاری قوسی
- انتخاب مواد مصرفی در فرایندهای جوشکاری قوسی مانند روش های جوشکاری زیر پودری، GMAW، GTAW و ...
- جوشکاری پلاسما
- جوشکاری مقاومتی
- جوشکاری لیزر
- جوشکاری با پرتوی الکترونی
- انواع فرایندهای جوشکاری اصطکاکی
- جوشکاری نفوذی
- اتصال دهی با فاز مایع گذرا
- ریز اتصالات

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۵	نوشتاری: %۵۵	%۳۰	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Vora, J., Badheka, B. J. (2019). *Advances in Welding Technologies for Process Development*. Florida: CRC Press.

منابع فرعی:

کوکبی، امیر حسین، محمودی غزنوی، مجید (۱۳۸۴). *تکنولوژی جوشکاری*. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

Cary, H. B., Helzer, S. C. (2005). *Modern Welding Technology*. NJ: Pearson Prentice Hall Publisher.

Kou, S. (2003). *Welding Metallurgy*. NJ: Wiley Publishing.

Katayama, S. (2013). *Handbook of Laser Welding Technologies*. Amsterdam: Elsevier.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آزمایشگاه جوشکاری پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Welding Laboratory

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۱ نوع واحد: عملی تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی عملی با فرایندهای جوشکاری و طراحی فرایند

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی به صورت علمی و عملی با متغیرهای مربوط به فرایندهای جوشکاری.


سرفصل درس:

- آزمایش مقایسه عمق نفوذ در فرایندهای جوشکاری قوسی
- آزمایش بررسی متغیرهای جوشکاری زیر پودری
- آزمایش بررسی تأثیر عملیات حرارتی بر خواص مکانیکی جوش
- آزمایش بررسی تأثیر طرح اتصال
- آزمایش اتصال دهی غیرهمجنس
- آزمایش بررسی اثر زیر لایه بر خواص جوش
- آزمایش بررسی تأثیر سرعت حرکت و سرعت چرخشی در جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی
- آزمایش بررسی تأثیر اتمسفر بر کیفیت جوش نفوذی

روش یاددهی - یادگیری:

انجام آزمون‌ها و بررسی خواص جوش

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۸۰٪	-	نوشتاری: ۲۰٪	
		عملکردی: -	

تجهيزات و امکانات موردنیاز:

فضای آزمایشگاهی و تجهیزات جوشکاری مربوطه

فهرست منابع:

ASME Sec. IX (2017). *ASME Boiler and Pressure Vessel Code-Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusion Procedures; Welders, Brazers, and Welding, Brazing, and Fusion Operators*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **متالورژی جوشکاری پیشرفته**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Welding Metallurgy**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته در زمینه متالورژی جوشکاری و به کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با اصول متالورژیکی جوشکاری مواد مختلف.

سرفصل درس:

- جریان سیال در قوس و حوضچه جوش
- انجماد تعادلی و غیرتعادلی فلز جوش
- علل متالورژیکی عیوب
- نقش عملیات حرارتی قبل و پس از جوشکاری
- متالورژی جوشکاری فولادهای آلیاژی
- متالورژی جوشکاری آلیاژهای آلومینیم
- متالورژی جوشکاری آلیاژهای مس
- متالورژی جوشکاری آلیاژهای نیکل
- متالورژی جوشکاری آلیاژهای تیتانیم
- متالورژی جوشکاری فلزات دیرگداز
- روش‌های اتصال دهی سرامیک‌ها و ملاحظات متالورژیکی
- روش‌های اتصال دهی پلیمرها و ملاحظات متالورژیکی.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۵	نوشتاری: %۵۵	%۳۰	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

کوکبی، امیرحسین، بیدختی، بهروز، جمشیدی اول، حامد. (۱۳۹۳). *تکنولوژی جوشکاری - متالورژی*. جلد دوم، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

Amanico Filho, S. T., Blaga, L. A. (2018). *Joining of Polymer-Metal Hybrid Structures: Principles and Applications*. NJ: Wiley-Blackwell.

Lippold, J. C. (2014). *Welding Metallurgy and Weldability*. NJ: Wiley.

Messler Jr., R. W. (2015). *Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy*. Delhi: Wiley India Private Ltd.

منابع فرعی:

Kou, S. (2003). *Welding Metallurgy*. NJ: Wiley Publishing.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): تحلیل تنش و طراحی سازه‌های جوشی

عنوان درس (انگلیسی): Stress Analysis and Design of Welded Structures

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز/هم‌نیاز: دارد ندارد پیش‌نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته در زمینه تجزیه و تحلیل تنش و طراحی اتصال

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با تنش‌های حرارتی، تجزیه و تحلیل تنش و کرنش، اصول طراحی اتصال و اعوجاج سازه‌های جوشی

سرفصل درس:

- توزیع حرارتی در جوش
- تجزیه و تحلیل تنش و کرنش‌های وارده بر جوش
- تنش‌های پسماند
- شکست جوش
- تحلیل پدیده‌های شکست و خستگی در سازه‌های جوشی
- انواع و عوامل مؤثر بر اعوجاج
- اندازه‌گیری اعوجاج و روابط مربوطه
- طراحی اتصال و عوامل مؤثر بر آن
- نقشه‌خوانی جوش

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
%۱۰	نوشتاری: %۵۰	%۲۵	%۱۵
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Blodgett, O. M. (2016). *Design of Welded Structures*. Cleveland: James F. Lincoln Arc Welding Foundation.

منابع فرعی:

برهمندپور، علیرضا، (۱۳۹۰). *مقدمه‌ای بر طراحی اتصالات جوشکاری شده*. تهران: ایستافزار.

پاکمنش، محمدرضا (۱۳۸۹). *اصول محاسبه و طراحی جوش*. تهران: ابجد.

هیکس، ج. ج. (۱۳۹۱). *اصول طراحی جوش*. ترجمه رضازاده، مسعود، رزازی، محمد. شهر مجلسی: دانشگاه آزاد اسلامی شهر مجلسی.

Barsoum, Z. (2008). *Residual Stress Analysis and Fatigue Assesment of Welded Steel Structures*. Doctoral Thesis. School of Engineering Sciences. KTH Royal Institute of Technology.

Jármai, K., Farkas, J. (2008). *Design, Fabrication and Economy of Welded Structures-International Conference Proceedings*. Cambridge: Woodhead Publishing.

Masubuchi, K., Hopkins, D. W. (2013). *Analysis of Welded Structures, Residual Steresses, Distortion and Their Consequences*. Amsterdam: Elsevier Ltd.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **لحیم کاری سخت و نرم**

عنوان درس (انگلیسی): **Brazing and Soldering**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته لحیم کاری در حوزه مهندسی مواد

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

آشنایی با اصول لحیم کاری، فرایندها و مواد مصرفی و به کارگیری آن در پژوهش و حل مسائل کاربردی

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر لحیم کاری
- متغیرهای مؤثر بر لحیم کاری (ترشدن، موینگی و ...)
- اصول متالورژیکی لحیم کاری
- انتخاب شرایط مناسب برای یک فرآیند لحیم کاری (طرح های اتصال، لقی اجزا، اتمسفر و ...)
- فیلرهای مورد استفاده در روش های لحیم کاری سخت و نرم
- انتخاب فلاکس مناسب
- روش های لحیم کاری و طرز تهیه BPS (در صورت وجود زمان).

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه سمینار

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	۳۰٪	نوشتاری: ۵۵٪ عملکردی: -	۱۵٪



منابع اصلی:

Roberts, P. M. (2016). *Introduction to Brazing Technology*. Florida: CRC Press.

منابع فرعی:

Eustathopoulos, N., Nicholas, M. G., & Drevet, B. (1999). *Wettability at High Temperatures*. Oxford: Pergamon Press.

Humpston, G., Jacobson, D. M. (1992). *Principles of Soldering and Brazing*. Ohio: ASM International.

Judd, M., Brindley, K. (2006). *Soldering in Electronics Assembly*. London: Newnes.

Messler, R. W. (2004). *Joining of Materials and Structures*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Schwartz, M. M. (1995). *Brazing for The Engineering Technologist*. Alphen Aan den Rijn: Kluwer Academic Publishers.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): بازرسی جوش و استانداردهای جوشکاری

عنوان درس (انگلیسی): **Inspection of Weld and Welding Standards**

نوع درس: اختیاری پیش نیاز / هم نیاز: دارد ندارد پیش نیاز: -

تعداد واحد: ۲ نوع واحد: نظری تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث در حوزه کنترل کیفیت و بازرسی جوش

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

به کارگیری استانداردهای جوشکاری در حل مسائل کاربردی

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر ضرورت تضمین کیفیت و سیستم‌های مدیریت کیفیت ISO 9001
- نیازمندی‌های کیفیت جوش براساس ISO 3834
- ویژگی‌ها و وظایف بازرسی جوش
- آشنایی با شرایط بازرسی چشمی و نیازمندی‌های استاندارد API 1104
- ASME Codes
- روش تهیه دستورالعمل مشخصات فرایند جوشکاری (WPS) و ثبت کیفی فرایند (PQR)
- استانداردهای EN 756, 760
- استانداردهای مرتبط با محیط‌های خوردنده (NACE)
- E & P Forum و ضرورت HSE

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه با استفاده از استانداردها و منابع

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	۲۵٪	نوشتاری: ۵۵٪	۲۱٪
		عملکردی: -	



منابع اصلی:

ASME Sec. II (2019). *Materials*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.

ASME Sec. IX (2017). *ASME Boiler and Pressure Vessel Code-Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusion Procedures; Welders, Brazers, and Welding, Brazing, and Fusion Operators*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.

AWS D1.1/D1.1M (2015). *Structural Welding Code-Steel*. Florida: American Welding Society.

ISO 9001 (2015). *Quality Management Systems-Requirements*. Geneva: International Organization for Standardization.

منابع فرعی:

ASME Sec. V (2010). *Nondestructive Examination*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.

BS EN 756 (2004). *Welding Consumables- Solid Wires, Solid Wire-Flux and Tubular Cored Electrode-Flux Combinations for Submerged Arc Welding of Non Alloy and Fine Grain Steels*. Brussels: European Committee for Standardization.

BS EN 760 (1996). *Welding Consumables- Fluxes for Submerged Arc Welding*. Brussels: European Committee for Standardization.

E & P Forum (1995). *Health, Safety and Environmental Management System Guidelines*. Dallas: Society of Petroleum Engineers.

ISO 3834 (2005). *Quality Requirements for Fusion Welding of Metallic Materials*. Geneva: International Organization for Standardization.

API 1104 (2008). *Welding of Pipelines and Related Facilities*. Washington: American Petroleum Institute.





فصل چهارم:

ترم بندی دروس



ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	ترمودینامیک پیشرفته مواد	۲	-	۲
۲	طراحی آزمایش	۱	-	۱
۳	تغییر حالت‌های متالورژیکی	۲	-	۲
۴	مشخصه یابی پیشرفته مواد	۲	-	۲
۵	درس اختیاری	۲	-	۲
۶	سمینار	۲	-	۲
جمع کل		۱۱	-	۱۱

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	تئوری نابجایی	۲	-	۲
۲	آزمایشگاه مشخصه یابی پیشرفته مواد	-	۱	۱
۳	درس اختیاری	۲	-	۲
۴	درس اختیاری	۲	-	۲
۵	درس اختیاری	۲	-	۲
جمع کل		۸	۱	۹



ترم سوم

تعداد واحد			نام درس	ردیف
جمع	عملی	نظری		
۲	-	۲	درس اختیاری	۱
۲	-	۲	درس اختیاری	۲
۲	-	۲	درس اختیاری	۳
۶	-	۶	پایان نامه	۴
۱۲	-	۱۲	جمع کل	

