



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای کسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

مهندسی متالورژی و مواد

دوره: دکتری تخصصی

گروه: فنی و مهندسی



به استناد مصوبه جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

نام رشته: مهندسی متالورژی و مواد

عنوان گرایش:-

گروه: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: دکتری تخصصی

کار گروه تخصصی: مهندسی متالورژی و مواد

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶

برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری تخصصی رشته مهندسی متالورژی و مواد پیشنهادی دانشگاه فردوسی مشهد به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه‌ریزی درسی مصوب در جلسه شماره ۸۸۲ به تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی دریافت شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهر ماه سال ۹۹ وارد دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و به تمامی دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی کشور که مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری را دارند، برای اجرا ابلاغ می‌شود.

ماده سه- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنگیان
دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی





برنامه درسی

رشته : مهندسی متالورژی و مواد

دوره : دکتری

دانشکده : مهندسی

مصوب جلسه مورخ ۹۷/۹/۲۶ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی تدوین شده و در جلسه مورخ ۹۷/۹/۲۶ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: مهندسی متالورژی و مواد

دوره: دکتری

برنامه درسی دوره دکتری که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی مهندسی متالورژی و مواد 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
مسئول کمیته برنامه ریزی درسی دانشگاه

رضا پیش قدم
معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۷/۹/۲۶ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی مهندسی متالورژی و مواد در مقطع دکتری صحیح است. به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمّد کالی
رئیس دانشگاه





معاونت آموزشی

شورای برنامه ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: دکتری

رشته: مهندسی متالورژی و مواد



بسمه تعالی

تعریف رشته:

دکترای مهندسی متالورژی و مواد بالاترین سطح دانش آموختگی در سیستم آموزشی کشور می باشد که در مجموعه ای از دروس جبرانی، تخصصی، اختیاری و رساله، متخصصین در این زمینه را پرورش می دهد. گرایش های مهندسی مواد، خوردگی و حفاظت مواد، شکل دادن مواد، ریخته گری، استخراج فلزات، جوشکاری و مواد پیشرفته در مجموعه این رشته قرار می گیرند.

اهداف رشته:

- پرورش تخصص در سطح عالی در یک زمینه ویژه از مهندسی متالورژی و مواد و آگاهی بر آثار علمی منتشر شده در این زمینه.
- آشنایی با روش های پیشرفته پژوهش و بهبود توانمندی ها در زمینه های تخصصی در قالب نوآرشی و کمک به گسترش مرزهای دانش.
- دستیابی به آخرین و جدیدترین مبانی علمی و پژوهشی و فن آوری در گرایش مربوطه.
- تسلط بر مبانی علمی زمینه تخصصی مربوطه در مهندسی متالورژی و مواد و قابلیت حل مسائل علمی و مهندسی و ارزیابی و تجزیه و تحلیل آن ها.

ضرورت و اهمیت رشته:

این رشته از مهم ترین شاخه های مهندسی می باشد که علاوه بر نقش کلیدی در علوم مهندسی به عنوان یکی از رشته های رابط در مجموعه های مهندسی محسوب و هر روز بر اهمیت و گستردگی آن افزوده شده است. در همین ارتباط در تولید و به ویژه صنایع مادر اهمیت آن بر همگان محرز و در سایر صنایع نیز پراهمیت تلقی می گردد.

نقش، توانایی و شایستگی دانش آموختگان:

رکن اصلی آموزش و پژوهش در این مقطع تحصیلی دانشجویان می باشند که بر اساس ضوابط مدون در آزمون ها شرکت و با گذراندن مراحل مختلف پذیرش موفق به حضور در این دوره شده اند. با سپری کردن موفقیت آمیز این دوره دانش آموختگانی خواهند شد که علاوه بر فراگیری مباحث بسیار تخصصی در این رشته توانمندی هدایت پروژه ها و تحقیقات علمی را دارا بوده و در ارتباط با فن آوری ها به ویژه از نوع نوین، صاحب نظر خواهند بود.



طول دوره و شکل نظام:

دوره دکترای مهندسی متالورژی و مواد بر اساس دو مرحله آموزشی و پژوهشی پایه گذاری شده است. چگونگی آغاز و پایان هر مرحله و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین نامه دوره دکترای مصوب شورای عالی برنامه ریزی می باشد. دوره به صورت واحدی و شامل ۱۶ واحد آموزشی و ۲۰ واحد پژوهشی (رساله) در سیستم ترمی (نیم سالی) طراحی شده است.

تعداد و نوع واحدها درسی:

نظر به این که برای دوره دکتری زمینه های گوناگون تخصصی مطرح است و این دوره ضمن جامع بودن باید منجر به تخصص در سطح عالی در یکی از شاخه های مهندسی متالورژی و مواد بشود، لذا دروس دوره دکتری در بخش های جبرانی، تخصصی اصلی و تخصصی انتخابی ارائه می شود. تعداد دروس جبرانی بر اساس مصوبات موجود و تشخیص کمیته مربوطه، تخصصی اصلی ۶ واحد و تخصصی انتخابی ۱۰ واحد می باشد. مجموع این دروس در جداول مربوطه ارائه شده است.

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

شرایط ورود دانشجوی به دوره دکتری مهندسی متالورژی و مواد طبق آیین نامه های مصوب وزارت فرهنگ و آموزش عالی بوده همچنین احراز شرایط ذیل الزامی است:

- داشتن مدرک کارشناسی ارشد معتبر در یکی از رشته های مهندسی متالورژی و مواد از دانشگاه های داخل یا خارج کشور
- دارندگان مدرک کارشناسی ارشد سایر رشته ها که به نحوی به این رشته مربوط باشد، نظیر ساخت و تولید، مکانیک جامدات و طراحی کاربردی در مهندسی مکانیک و بیو ترمال در مهندسی پزشکی، مهندسی شیمی و مهندسی پلیمر و فیزیک کاربردی و شیمی کاربردی نیز می توانند داوطلب شرکت در آزمون دکتری مهندسی متالورژی و مواد باشند. این داوطلبان در صورت قبولی باید دروس جبرانی را به تشخیص کمیته تحصیلات تکمیلی واحد آموزشی مربوطه بگذرانند. سقف واحدهای جبرانی ۱۸ واحد می باشد که از مجموع دروس اصلی و تخصصی این رشته اخذ خواهد شد.
- قبولی در آزمون کتبی دوره دکتری تخصصی مهندسی متالورژی و مواد
- قبولی در آزمون شفاهی و مصاحبه علمی مربوطه





فصل دوم:

واحدهای درسی و جداول دروس



جدول ۱- دروس جبرانی^۱

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش نیاز / هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
	جمع کل	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-

جدول ۲- دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش نیاز / هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک و سینتیک پیشرفته مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	رفتار فیزیکی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	رفتار مکانیکی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
	جمع کل	۶	-	۶	۹۶	-	۹۶	-



^۱ دروس گذرانده نشده در مقاطع تحصیلی قبلی به تشخیص کمیته تحصیلات تکمیلی گروه تا سقف ۱۸ واحد





جدول ۳- دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش نیاز / هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	آمار در فرایندهای مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	مدل سازی و شبیه سازی در مهندسی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	تغییر حالت های متالورژیکی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	تئوری نابجایی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	آلیاژهای دما بالا	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	تغییر شکل داغ فلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۷	مواد مرکب	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۸	فیزیک پیشرفته حالت جامد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۹	نفوذ در جامدات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۰	خواص الکتریکی، مغناطیسی و نوری مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۱	روش های نوین تولید و فرآوری مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۲	سیستم های چند جزئی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۳	مهندسی سطح پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۴	خوردگی پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۵	مطالب ویژه در خوردگی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۶	مطالب ویژه در جوشکاری	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۷	مطالب ویژه در فرآوری شیمیایی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۸	مطالب ویژه در بافت کریستالی ناشی از تغییر شکل فلزات	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	تغییر شکل داغ فلزات
۱۹	مطالب ویژه در مواد سرامیکی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲۰	مطالب ویژه در مهندسی سطح	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل ^۲		۴۰	-	۴۰	۶۴۰	-	۶۴۰	-

۱. دانشجو قادر است بر اساس پیشنهاد اسناد راهنما و تالیف کمیته تحصیلات تکمیلی گروه ۴ تا ۳ واحد را از دروس تحصیلات تکمیلی سایر گرایش ها اخذ نماید.





فصل سوم:

سرفصل دروس



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): ترمودینامیک و سینتیک پیشرفته مواد

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Thermodynamics and Kinetics of Material

عنوان پیش نیاز: -

☒ ندارد

☐ پیش نیاز دارد

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

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

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- درک فرایندهای استحاله فازی مواد از منظر ترمودینامیکی و سینتیکی
- تعریف و تجزیه و تحلیل پدیده‌ها را به صورت مسائل ترمودینامیکی و سینتیکی در موضوعات پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

- مروری بر مبانی و مفاهیم اولیه ترمودینامیک، مروری بر ترمودینامیک محلول‌ها، تعادل در سیستم‌های تک جزئی و دوتایی، محاسبات نمودارهای فازی، نمودارهای منطقه پایداری، ترمودینامیک تشکیل رسوب، ترمودینامیک سطوح و فصل مشترک، ترمودینامیک جذب سطحی، ترمودینامیک غیرتعاملی، مسائل کاربردی.
- مروری بر مبانی و مفاهیم اولیه سینتیک و ارتباط آن با ترمودینامیک، مبانی سینتیک استحاله‌های فازی، سینتیک جوانه‌زنی همگن و ناهمگن، رشد تحت کنترل فصل مشترک، رشد تحت کنترل نفوذ، رشد ویدمن اشتاتن، سینتیک استحاله‌های برشی، مدل سینتیکی استحاله‌های تحت کنترل نفوذ، مدل جانسون-مل، مدل اورامی، مدل سینتیکی استحاله‌های فازی با جوانه‌زنی غیر تصادفی، سینتیک رشد دانه، سینتیک استحاله‌های غیر هم‌دم.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، سمینار، طرح و حل مسائل ترمودینامیکی و سینتیکی



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

- Austin Chang, Y. and Alan Oates, W. (2009). Materials Thermodynamics, Wiley.
- DeHoff, R. (2006). Thermodynamics in Materials Science, 2nd edition CRC Press.
- Swalin, R. A. (1972) Thermodynamics of Solids, 2nd Ed, Wiley-VCH.
- Gaskell, D. R. Laughlin, D. E. (2017). Introduction to the Thermodynamics of Materials, 6 th edition, CRC Press.
- Porter, D.A.; Easterling, and Sherif, K.E. M. (2009). Phase Transformations in Metals and Alloys, 3rd edition, Routledge.
- Balluffi, R. W.; Allen, S. M. and Carter, W. C, (2005). Kinetics of Materials, Wiley-Interscience.
- Sharma, R.C. (2014). Phase Transformations in Materials, CBS.

منابع فرعی:

- Stolen, S. and Grande, T. (2004). Chemical thermodynamics of materials, Wiley.
- Lupis, C.H.P. (1993). Chemical Thermodynamics of Materials, Prentice Hall.
- Habashi, F. (1999). Kinetics of Metallurgical Processes, Metallurgie Extractive Quebec.



مشخصات درس:



عنوان پیش نیاز: -

تعداد ساعت: ۳۲

عنوان درس (فارسی): رفتار فیزیکی مواد

عنوان درس (انگلیسی): Physical Behavior of Materials

☒ ندارد

☐ پیش نیاز دارد

نوع درس: تخصصی

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

- بررسی ریزساختار مواد فلزی قبل از اعمال تغییر شکل و پس از آن
- تفسیر فرایند بازیابی و تبلور مجدد در آلیاژهای تک فاز و دو فاز

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

تفسیر تغییرات ریزساختاری آلیاژهای تک فاز و دو فاز در طی تغییر شکل

سرفصل درس:

- ارزیابی ساختاری فلزکار سرد شده
 - بررسی انرژی ذخیره شده در فلزکار سرد شده، تغییر شکل فلزات با ساختار مکعبی در طی فرایند لغزش، تغییر شکل فلزات با ساختار مکعبی در طی فرایند لغزش و دوقلوبی شدن، تغییر شکل فلزات با ساختار HCP در طی فرایند لغزش، باندهای تغییر شکل، باندهای برشی، میکرو ساختار آلیاژهای دوفازی تغییر شکل یافته.
- ارزیابی ساختاری مرزدانه و بررسی انرژی مرزدانه‌ها
 - معرفی مرزدانه‌های با زاویه کم و زاویه زیاد، توپولوژی مرز دانه، برهم‌کنش مابین ذرات فاز ثانویه با مرز دانه‌ها.
 - بررسی قابلیت تحرک و مهاجرت مرزدانه
 - قابلیت تحرک مرزهای دانه با زاویه کم، اندازه‌گیری قابلیت تحرک مرزهای با زاویه زیاد، تحرک نقاط سه‌گانه.
- بررسی فرایند بازیابی پس از ایجاد تغییر شکل در ماده
 - روش‌های آزمایشی اندازه‌گیری میزان بازیابی در ماده، مهاجرت و حذف نابجایی‌ها در طی فرایند بازیابی، بازیابی نابجایی‌ها و قرارگیری در آرایش پایدار، تأثیر فاز ثانویه بر فرایند بازیابی.
- ارزیابی فرایند تبلور مجدد در آلیاژهای تک فاز
 - فاکتورهای تأثیرگذار بر نرخ تبلور مجدد، بررسی سینتیک فرایند تبلور مجدد، میکرو ساختار مواد تبلور مجدد یافته، جوانه‌زنی در فرایند تبلور مجدد، مباحثی در رابطه با دوقلوبی حرارتی.



• ارزیابی فرایند تبلور مجدد در آلیاژهای دوفازی

○ تأثیر فاز ثانویه بر فرایند تبلور مجدد، مکانیزم فیل کنندگی ذرات در طی فرایند تبلور مجدد، توزیع Bimodal ذرات، کنترل ابعاد مرزها توسط فاز ثانویه، کامپوزیت‌های زمینه فلزی تقویت شده با ذرات، تبلور مجدد آلیاژهای دوپلکس.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، سمینار، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۲۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Humphreys, F.J. and Hatherly, M. (2004). Recrystallization and Related Annealing Phenomena, Second Edition, Elsevier.

پورنر، دی. ای. و ایسترلینگ، کی. ای. (۱۳۷۹). استحاله فازها در فلزات و آلیاژها، ترجمه محمدرضا افصلی. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

منابع فرعی:

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



مشخصات درس:



عنوان درس (فارسی): رفتار مکانیکی مواد

عنوان درس (انگلیسی): Mechanical Behavior of Materials

عنوان پیش نیاز: -

☒ ندارد

☐ پیش نیاز دارد

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

درک عمیق روش‌های استحکام‌بخشی مواد مهندسی (فلزات و مواد مرکب) با تکیه بر رفتار مکانیکی مواد و تئوری نابجایی

• برای فهم و درک مطالب درس، دانشجو باید با مفاهیم بنیادین در درس مقاومت مصالح، خواص مکانیکی مواد ۱ و تئوری نابجایی مسلط باشد.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با روش‌های مهم و متداول برای استحکام‌بخشی مواد فلزی و مواد مرکب

سرفصل درس:

- مفهوم تنش سیلان (flow stress) و وابستگی آن به دما و آهنگ کرنش
- مقاومت ذاتی شبکه (inherent lattice resistance)، ساختار هسته‌ای نابجایی، سد انرژی پیرلز - نابارو و تنش پیرلز - نابارو
- مفهوم کار سختی (work hardening) فلزات، نظریه‌های کلاسیک کار سختی، نظریه‌ی تیلور (Taylor)، توزیع یکنواخت نابجایی‌ها، تحلیل نمودار سهمی شکل تنش - کرنش برای آلومینیم خالص، نظریه‌ی مات (Mott)، نظریه‌ی اصلاح‌شده‌ی تیلور، توزیع غیر یکنواخت نابجایی‌ها، فرض گروهی از نابجایی‌های انباشته‌شده (piled-up)، نمودار سهمی شکل تنش - کرنش، نمودار تنش - کرنش تک‌بلور فلزهای FCC، لغزش آسان (easy glide) و نقش عوامل مؤثر بر آن، رابطه‌ی چگالی نابجایی‌ها با کرنش مومسان
- استحکام‌بخشی محلول جامد، اتساع عدم تطابق (dilatation misfit) یا انرژی اندرکشن کشسان عدم تطابق، اندرکشن‌های اتم‌های محلول با نابجایی‌ها، اندرکشن کشسان، اندرکشن به دلیل اختلاف مدول، اندرکشن الکتریکی، اندرکشن شیمیایی، اندرکشن نظم موضعی، نگرش آماری استحکام‌بخشی محلول جامد، اثرات مکانیکی استحکام‌بخشی محلول جامد، نقطه‌ی تسلیم در نمودارهای تنش - کرنش، اندرکشن کشسان،



- بخش افقی (plateau) در نمودار تنش - کرنش و تشکیل نوارهای لودرز (Lüders)، پیرسازی کرنشی (strain aging) استاتیکی، پیرسازی کرنشی دینامیکی (پدیده‌ی پورتوین لوشاتلیه)، نمودار دندانه‌دار تنش - کرنش
- استحکام‌بخشی اندازه دانه (grain-size strengthening)، تعریف مواد پربلور، تفاوت خواص مکانیکی مواد تک‌بلور با پربلور، ضریب تیلور میانگین، رابطه‌ی تجربی هال - پیچ (Hall-Petch)، تحلیل‌های علمی مربوط به رابطه‌ی تنش تسلیم با $D^{-1/2}$ ، نظریه‌ی هال - پیچ، نظریه‌ی کانترل، نظریه‌ی لی، نظریه‌ی گنراد، محدودیت‌های رابطه‌ی هال - پیچ
 - استحکام‌بخشی با ذرات و رسوب (precipitation and dispersion hardening)، ویژگی‌های کلی دو روش استحکام‌بخشی با ذرات و رسوب، بررسی روش عملیات حرارتی رسوب‌گذاری، تحلیل نمودار تک دمای تغییرات استحکام تسلیم با زمان پیرسازی، اندرکنش نابجایی با ذرات رسوب، اندرکنش بلند برد (long-range interaction)، نظریه‌ی مات و نابارو، اندرکنش نابجایی با رسوبات قابل برش یا غیرقابل برش (نظریه‌ی آرووان)، انتقال رفتار اندرکنش نابجایی با رسوب (قابل برش به غیرقابل برش)، رفتار کارسختی آلیاژهای رسوب سخت شونده
 - الیاف تقویت‌کننده (مواد مرکب)، ویژگی‌های مواد مرکب با الیاف تقویت‌کننده، خواص مواد مرکب با الیاف تقویت‌کننده، مدول بانگ، قانون مخلوط‌ها، حدهای سخت‌پایی (راستای نسبی الیاف)، استحکام، استحکام‌بخشی مطلوب و بهینه، انتقال نیرو از زمینه به الیاف، توزیع تنش طولی در امتداد فصل مشترک الیاف با زمینه
 - الیاف کشسان - زمینه کشسان، الیاف کشسان - زمینه مومسان، الیاف پیوسته و ناپیوسته

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و شرکت مؤثر و فعال دانشجو در کلاس، انجام تکلیف‌ها و تمرین‌های کلاسی، انجام تحقیق پایان.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

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

Hull, D. and Bacon, D. J. (2011). Introduction to Dislocations, Butterworth-Heinemann Publications, Fifth Edition.

منابع فرعی:

Courtney, T. H (1990). Mechanical Behavior of Materials, McGraw-Hill.

Argon, A. S. (2008). Strengthening Mechanisms in Crystal Plasticity, Oxford University Press.

Dislocations and Properties of Real Materials, (1985). Proceedings of the Conference on Dislocation in Crystals, London Institute of Metals.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آمار در فرایندهای مهندسی

عنوان درس (انگلیسی): Statistics in Engineering Process

نوع درس: اختیاری پیش نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان پیش نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم آماری و رویه انجام تحلیل های آماری بر روی داده ها

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

تحلیل آماری توسط یکی از نرم افزارهای آماری

سرفصل درس:

- تعریف علم آمار و مفاهیم بسیار مهم در آن (جامعه، نمونه، پارامتر و آماره)
- جمع آوری داده و روش های مختلف آن (نمونه گیری تصادفی، سیستماتیک، خوشه ای و ...)
- آمار توصیفی (روش های مختلف ارائه داده های جمع آوری شده، مانند توزیع فراوانی، هیستوگرام، نمودار جعبه ای و خلاصه عددی داده ها)
- مروری بر مفاهیم احتمال (توزیع های احتمال و مروری بر مهم ترین توزیع های احتمال مانند توزیع نرمال یا گوسی)، توزیع های نمونه گیری
- آمار تحلیلی (روش های مختلف تجزیه و تحلیل داده ها) که شامل سه عنوان اساسی می باشد:
 - برآورد پارامترها (برآورد کننده های نقطه ای، برآورد کننده های فاصله ای یا فواصل اطمینان، خصوصیات برآورد کننده های خوب و روش های مختلف برآورد پارامترها)
 - آزمون های فرض آماری (آزمون های فرض مربوط به پارامترهای یک جامعه، دو جامعه و بیشتر از دو جامعه در قالب آزمون های پارامتری و ناپارامتری): آزمون Z یک نمونه ای و دو نمونه ای، آزمون t یک نمونه ای و دو نمونه ای، آزمون t زوجی، آزمون های مربوط به واریانس های جوامع، آزمون ناپارامتری علامت، آزمون ناپارامتری ویلکاکسون، آزمون ناپارامتری من-ویتنی، تحلیل واریانس، آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس
 - مدل سازی آماری (رگرسیون خطی ساده و چندگانه)



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

Weiss,N.A. (2012). Introductory statistics, 9th edition, Pearson Education.

Montgomery, D.C. and Runger,G.C. (2014).Applied Statistics and Probability for Engineers, 6th Edition, Wiley.



مشخصات درس:



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

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

عنوان پیش نیاز: -

☒ ندارد

☐ پیش نیاز: دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

- 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)
- آشنایی با روش های نوین حل معادلات حاکم شامل روش های قطعی (deterministic) و یا احتمالی (stochastic)، آشنایی با 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 معادلات حاکم بر آنها 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.
- شبیه سازی مونت کارلو: معرفی و مبانی، سیر تاریخی، اعداد تصادفی و شبیه سازی گام تصادفی (random walk)، نمونه گیری ساده و نمونه گیری بر پایه اهمیت، روش مونت کارلو متروپلیس، مدل های مونت کارلو بر مبنای spin، روش spin 1/2 Ising، روش q-spin، انواع شبکه های کارلو، خطاهای روش مونت کارلو.



کاربردهای روش مونت کارلو در مهندسی مواد نظیر شبیه‌سازی جدایش سطحی و شبیه‌سازی دگرگونی فازی در پلی‌مرها.

- 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 در مهندسی مواد نظیر شبیه‌سازی تبلور مجدد با روش سلولار اتوماتای قطعی و شبیه‌سازی تبلور مجدد و رشد دانه با روش سلولار اتوماتای احتمالی.
- روش میدان فازی: معرفی و مبانی، دگرگونی‌های فازی نفوذی، قوانین پدیده‌شناختی نفوذ، معادلات Ostwald Ripening و Gibbs-Thomson، مدل‌های میدان فازی پیوسته، مدل Cahn-Hilliard و Allen-Cahn، نوسان حرارتی، تابع جگالی انرژی Landau، کاربرد روش‌های میدان فازی در مهندسی مواد نظیر شبیه‌سازی تجزیه اسپینودال و شبیه‌سازی رشد دانه.
- روش‌های پیشرفته تجربی: شبکه‌های عصبی مصنوعی، تئوری مجموعه‌های فازی.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	توشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

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

Ileghbusi, O.J.; Iguchi, M. and Wahnsiedler, W.E. (1999). Mathematical and Physical Modeling of Materials Processing Operations, CRC Press.

Szekely, J.; Evans, J.W. and Brimacone, J.K. (1988). the Mathematical and Physical Modeling of Primary Metals Processing Operations, Wiley-Interscience.

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



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): تغییر حالت‌های متالورژیکی

عنوان درس (انگلیسی): Metallurgical Phase Transformations

عنوان پیش‌نیاز: -

☒ ندارد

☐ پیش‌نیاز دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث تخصصی در زمینه دگرگونی فازها و به‌ویژه در حالت جامد ماده

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به‌کارگیری مباحث مرتبط با دگرگونی فازها در تحقیقات

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر تعاریف و مفاهیم اولیه تغییر حالت‌ها در مقیاس‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی، بیان 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 دوجزئی و سه‌جزئی
- 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



- جوانه زنی در فلزات خالص، جوانه زنی همگن و غیر همگن
- رشد جامد خالص
- جریان حرارتی و پایداری فصل مشترک
- انواع واکنش های نفوذی در جامد و مذاب
- ویژگی های تغییر حالت های نفوذی
- جدایش های ماکروسکوپی و میکروسکوپی در دگرگونی های فازی، روش های اندازه گیری سرعت تغییر حالت
- معادلات سرعت تغییر حالت ها، استحاله های نفوذی در جامدات
- تشکیل رسوب، تغییر حالت اسپینودالی
- استحاله های بوتکتیکی، استحاله بینیتی، بینیت بالای و بینیت پایینی، مکانیزم ها و مشخصات کریستالوگرافی ساختار بینیتی
- تغییر حالت های مارتنزیتی، کریستالوگرافی مارتنزیت، تئوری های جوانه زنی مارتنزیت، مکانیزم های تشکیل انواع مارتنزیت، تمپر کردن مارتنزیت و استحاله های مرتبط با این تحول، مارتنزیت در فولادها و چدن ها

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی:

Porter, D.A. and Easterling, K.E (1992). Phase Transformations in Metals and Alloys, Originally published by Chapman & Hall.

Cahn, Robert W. (1991). Phase Transformations in Materials, Volume 5, VCH.

کیانی رشید، علیرضا و حسن زاده مقدم، یگانه (۱۳۹۵). استحاله فازی بینیتی، مشهد: واژگان خرد.

منابع فرعی:

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



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **تئوری نابجایی**

عنوان درس (انگلیسی): **Dislocation Theory**

نوع درس: اختیاری
پیش نیاز: دارد ☐ ندارد ☒
عنوان 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 کارسختی، بر پایه تئوری نابجایی

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 استحکام بخشی 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

- حلقه های برشی و منشوری نابجایی، کرنش مومسان شبکه بالغزش
- خواص کشسان نابجایی
- تعریف هسته نابجایی، انرژی نابجایی
- کشش خطی نابجایی، نیروهای بین نابجایی ها
- نابجایی ها در شبکه بلوری FCC، تجزیه نابجایی کامل (نابجایی جزئی شکلی) و نقش انرژی خطای جیدمان بر لغزش متقاطع
- قفل های لومر و لومر-کاترل، نابجایی ها در شبکه HCP
- نابجایی ها در شبکه BCC، جاگ و کینک و تقاطع نابجایی ها، ابرجاگ ها، حرکت نابجایی ها همراه با جاگ و کینک و کارسختی شبکه

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل، انجام تحقیق

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Hull, D and Bacon, D. J. (2011). Introduction to Dislocations, Butterworth-Heinemann Publications, Fifth Edition.

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

منابع فرعی:

Dieter, G.E. (1988). Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill Book Company.

J. Weertman, J.R. Weertman, (1964). Elementary Dislocation Theory, The Macmillan Company.

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

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



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): آلیاژهای دما بالا

عنوان درس (انگلیسی): High Temperature Alloys

عنوان پیش نیاز: -

☒ ندارد

☐ دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

آشنایی با آلیاژهایی که در دماهای بالا کار می کنند و خواص استحکامی و ساختاری مربوطه را در این درجه حرارت ها حفظ کنند.

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

به کارگیری مباحث مرتبط با سوپر آلیاژها در تحقیقات

سرفصل درس:

- کاربرد و معرفی سوپر آلیاژها
- مشخصات سوپر آلیاژها و شرایط کاری آنها
- انواع و روش های تولید سوپر آلیاژها
- ترکیب شیمیایی سوپر آلیاژها و تأثیر عناصر آلیاژی روی آنها
- مشخصه های متالورژیکی و ریزساختاری سوپر آلیاژها
- معرفی مشخصات فازهای مختلف سوپر آلیاژها
- کاربردها و واکنش های آنها در دماهای بالا
- مکانیزم های استحکام دهی در سوپر آلیاژها
- مشخصات و مکانیزم های خزشی سوپر آلیاژها
- تغییرات ریزساختاری سوپر آلیاژها ناشی از شرایط کاری خزشی
- اکسیداسیون سوپر آلیاژها
- خوردگی سوپر آلیاژها



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل، انجام تحقیق

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشته‌ای: ۶۰٪ عملکردی: -	۱۰٪

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Sajjadi, S. A.; et al., (2001). Materials Science and Engineering A, vol. 307, p. 158.

Sajjadi, S. A. et al., (2002). Materials Science and Engineering A, vol. 325, p. 484.

Schilke, P.W. et al. (1991). Report from General Electric Co.

Sims, C. T.; Stoloff, N. S. and Hagel, W. C. (1987). Superalloys II, John Willey & Sons., p. 99.

منابع فرعی:

Betteridge, W. and Heslop, J. (1974). The Nimonic Alloys and Other Nickel-Base High Temperature Alloys, Edward Arnold, Bristol, UK, p. 45.

Kear B.H. et al., (1982). The Institute of Metals and the ISI, vol. 2, p. 134.

Sims, C. T.; Stoloff, N. S. and Hagel, W. C. (1987). Superalloys II, John Willey & Sons, p. 121.

Zou, J. et al. (1992). Superalloys 1992, Pub. By TMS, p. 165.

Bieber, C.G. (1948). The Melting and Hot Rolling of Ni and Ni Alloys, in: Metals Handbook, ASM, Cleveland, OH.

Koffler, R.W.; Pennington, W.J. and Richmond, F.M. (1956). Research and Development Dept., Report, vol. 48, Universal-Cyclops Steel Corporation, Bridgeville, PA.

Decker, R.F.; Rowe, J.P. and J.W. Freeman (1957). NACA Technical Note 4049, Washington DC.

K.E. Volk, A.W. Franklin, Z. Metallkd, vol. 51, p. 172, 1960.

J.A. Scheibel, C.L. White, M.H. Yoo, Met. Trans., vol. 16A, p. 651, 1985.

J.K. Tien, R.P. Gamble, Met. Trans., vol. 2, p. 1663, 1971.

- Decker, R.F. (1969). "Strengthening Mechanisms in Ni-Base Superalloys", Climax Molybdenum Co. Sym., Zurich, May 5-6.
- Mihalisin, J. and Pasquine, D. (1968). International Symposium on Structural Stability in Superalloys, Seven Springs, PA, p.161.
- Kriege, O.H. and Baris, J.M. (1969). Trans. ASM, vol. 62, p. 195.
- Loomis, W. (1969). PhD Thesis, University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- B.E.P. Beeston, L. France, J. Inst. Met., vol. 96, p. 105, 1968.
- Pridantsev, M.V. (1967). Izv. Acad. Nauk SSSR Met., vol. 5, p. 115.
- Sims, C.T. (1968). The Role of Refractory Metals in Austenitic Superalloys, 6th Plansee Seminar, Reutte, Austria, p. 89., June.
- W.C. Hagel, H.J. Beattie, Iron and Steel Inst. Special Report, London, vol. 64, p. 98.
- Koul, A. K. and Castillo, R. (1993). Proceedings of ASM 1993 Materials Congress, Oct. 17-21, Pittsburgh, Pennsylvania, p. 75.
- Henderson, P. J. and McLean, M (1983). Acta Metall., vol. 31, No. 8, p. 1203.
- Stevens, R. A. and Flewitt, P. E. J. (1981). Acta Met., Vol. 29, p.867.
- Sajjadi S. A. et al. (2003). Heat treatment of Ni-Base Superalloy GTD-111", AIME Conf., Poland, Dec.
- Gibbons, T. B.; Osgerby, S.; Gabrielli, F. and Lupine, V. (1982). in: R. Brunetaud et al. (Eds.), High Temp. Alloys for Gas Turbine, Reidel Publishing Co., p. 589.
- Lupine, V. and Maldini, M. (1994). in: Materials for advanced power eng., Eds. By: D. Coutouradis et al., Kluwer Academic Publishers, p. 979.
- Bachelet, E. (1978). in: High Temperature Alloys for Gas Turbine, D. Coutouradis et al. (Eds), Applied Science Publishers LTD, p. 665.
- Smart, R.F. (1977). Metallurgia and Metal Forming., p. 286.
- S. A. Sajjadi, PhD Thesis, Sharif Uni. of Tech., 2002.
- Brooks, C. R. Heat Treatment, (1982). Structure and Properties of Non-Ferrous Alloys, American Society for Metals, Metals Park, OH, ch. 5, p. 139.
- Sims, C. T.; Stoloff, N. S. and Hagel, W. C. (1987). Superalloys II, John Willey & Sons, p. 117.
- Beattie, H.J. and Hagel, W.C. (1965). Trans. AIME, vol. 233, p. 277.

- Sims, C. T.; Stoloff, N. S. and Hagel, W. C. (1987). Superalloys II, John Willey & Sons, p. 220.
- Ross, E. W. (1963). Recent Research on IN-100, AIME Annual Meeting, Dallas, TX, p. 85.
- Bouse, Presented at conf.: Superalloys 1996, Champion, Pennsylvania, 22-26 Sept. 40- G. K, 1996, p. 163.
- Dreshfield, R.L. and Ashbrook, R.L. (1970). NASA TN D-5185, April 1969; NASA TN D-6015, Sept.
- Mihalisin, R.; Bieber, C.G. and Grant, R.T. (1968). TMS-AIME, vol. 242, p. 2399.
- Sims, C.T. (1970). ASME Technical Publication 70-GT-24.
- Smashy, R.W. (1970). Effect of Long Time, High Stress Exposures on the Microstructure of Rene-80 Alloy, AIME Annual Meeting, Cleveland OH.
- Berahmand, M. and Sajjadi, S.A. (2012). An Investigation on the Coarsening Behavior of γ' Precipitate in GTD-111 Ni-base Superalloy, Phase Transitions, vol. 85, pp.1-12, Nos. 1-2, January-February.
- Berahmand, M. and Sajjadi, S. A. (2013). Morphology evolution of γ' precipitates in GTD-111 Ni-based superalloy with heat treatment parameters, International Journal of Materials Research, vol. 104, No. 3, 275-280.
- Sajjadi, S., Berahmand, A. M. and Rezaee-Bazzaz, A. (2014). Creep characterization of Ni-based superalloy IN-792 using the 4 and 6- θ projection method, Journal of Engineering Materials and Technology, vol. 136, no. 1, 1110061-1110067.
- Sajjadi, S.A.; Chaichi, A.; Ezatpour, H.R.; Maghsoudlou, A. and Kalaie, M.A. (2016). Hot deformation processing map and microstructural evaluation of the Ni-based superalloy IN 738LC, Journal of Materials Engineering and Performance, vol. 25, No. 4, 1269-1275.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): تغییر شکل داغ فلزات

عنوان درس (انگلیسی): Hot Deformation of Metals

عنوان پیش نیاز: -

پیش نیاز: دارد ☐ ندارد ☒

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

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 مکانیسم های تغییر شکل مومسان و اثر دما و نرخ کرنش بر آنها
- اثر انرژی نقص جیدن، 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 جیدن بر تشکیل سلول ناهنجاری 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 جوانه‌زنی و رشد و عوامل مؤثر بر سینتیک تبلور مجدد استاتیکی ناپیوسته
- اثر تبلور مجدد دینامیکی ناپیوسته بر ریزساختار و تنش سیلان فلز
- جوانه‌زنی 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
- جوانه‌زنی متأثر از ذرات
- رسوب‌گذاری حین تبلور مجدد و اثر آن بر سینتیک تبلور مجدد
- اثر تغییر شکل داغ بر استحاله‌های آلوتروپیکی
- عملیات ترمومکانیکی



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشته‌ای: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Humphreys, and, Hatherly, F.J. M (2004). Recrystallization and Related Annealing Phenomena, Second Edition, Elsevier.

Sakai T. et al., (2014). Dynamic and post-dynamic recrystallization under hot, cold and severe plastic deformation conditions, Progress in Materials Science 60, 130-207.

منابع فرعی:

Hosford, W. F. and Caddell, R. M. (2011). Metal Forming: Mechanics and Metallurgy, 4th Edition, Cambridge University Press, 978-1-107-00452-8.

McQueen. H. J. et al., (2011). Hot Deformation and Processing of Aluminum Alloys, CRC press.

Thermomechanical Processing of High-Strength Low-alloy Steels, I. Tamura et al., Butterworth & Co. Publisher, 1988.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مواد مرکب

عنوان درس (انگلیسی): Composite Materials

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با مباحث جدید در زمینه مواد مرکب، کاربردهای آن و روش‌های تولید مواد مرکب

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به‌کارگیری مباحث مرتبط با مواد مرکب در تحقیقات

سرفصل درس:

- آشنایی با کاربردهای مواد مرکب و تعاریف اولیه
- معرفی تعدادی از ترکیبات مورد استفاده به عنوان فاز ثانویه در ماده مرکب
- توضیح مختصری در رابطه با روش‌های تولید برخی از فازهای ثانویه پرکاربرد
- معرفی برخی از روش‌های تولید مواد مرکب و بررسی پارامترهای فرایند بر ریزساختار ماده مرکب
- فصل مشترک در مواد مرکب
- مکانیک تقویت‌کنندگی با الیاف پیوسته
- منحنی تنش-کرنش کامپوزیت‌های تقویت‌شده با الیاف
- ازکارافتادگی مواد مرکب
- بررسی شرایط محیطی بر خواص مکانیکی ماده مرکب تقویت‌شده با الیاف
- مکانیک تقویت‌کنندگی با الیاف ناپیوسته
- مکانیک تقویت‌کنندگی با ذرات
- ارزیابی مکانیزم‌های مقاوم شدن در مواد مرکب



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح مسائل و حل آن



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Mccrum, N.G.; Buckley, C. P. and Bucknall, C.B. (1997). Principles of Polymer Engineering, First Edition, Published 1998.

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

منابع فرعی:

Chawla K.K., (2012). Composite Materials, Science and Engineering, Third Edition, Published.

Chung, D. D. L. (2010). Composite Materials. Science and Application, Second Edition, Published.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): فیزیک پیشرفته حالت جامد

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Solid State Physics

عنوان پیش نیاز: -

☒ ندارد

☐ پیش نیاز دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث نوین در زمینه فیزیک پیشرفته حالت جامد مانند طبقه‌بندی جامدات، خواص مغناطیس جامدات و ...

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به کارگیری مباحث مرتبط با فیزیک پیشرفته حالت جامد در تحقیقات

سرفصل درس:

- خواص تراپردی فلزات (هدایت الکتریکی و گرمایی) بر اساس نظریه الکترون آزاد
- کاستی‌های نظریه الکترون آزاد
- الکترون‌ها در پتانسیل تناوبی ضعیف (نظریه بلانچ)
- منشأ نوارهای انرژی و ساختار نواری
- روش‌های محاسبه ساختار نواری (روش پیوند محکم، روش شبه پتانسیل و سایر روش‌ها)
- طبقه‌بندی جامدات بر اساس خواص تراپردی
- نظریه کلاسیک و کوانتومی بلور هارمونیک
- اثرات غیر هارمونیک در بلورها
- فونون‌ها در فلزات
- خواص مواد دی‌الکتریک
- نیم رساناهای همگن و ناهمگن
- خواص مغناطیس جامدات (پارامغناطیس، دیامغناطیس و فرومغناطیس)



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
۱۰٪	نوشتاری: ۶۰٪	۲۵٪	۵٪
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

Kittel, C. (2005). Introduction to Solid State Physics, 8th ed.

Ashcroft N. W. t.; Mermin, N. D. and. Saunders, W. B (1976). Solid State Physics. Company.



مشخصات درس:



عنوان درس (فارسی): نفوذ در جامدات

عنوان درس (انگلیسی): Diffusion in Solids

عنوان پیش نیاز: -

☒ ندارد

☐ پیش نیاز: دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث تخصصی در زمینه نفوذ به ویژه در حالت جامد ماده

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به کارگیری مباحث مرتبط با نفوذ در حالت جامد ماده در تحقیقات

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، راه حل‌های معادله نفوذ (D ثابت)، راه حل‌ها 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، مکانیزم‌های 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 غیر عادی نفوذ در خود.
- نفوذ در آلیاژهای رقیق: بین نشین‌ها و آن الاستیسته، نفوذ ناخالصی‌ها در فلزات خالص، نفوذ بین نشینی در آلیاژهای جانشینی.
- نفوذ در شیب غلظتی: اثر کرکندال، آنالیز دارکن، معادلات پدیده‌شناسی، روابط مابین ضرایب نفوذ، بررسی فرضیات دارکن، سیستم‌های سه تایی.
- نفوذ در غیر فلزات: نفوذ و هدایت یونی، تأثیر ناخالصی‌ها در هدایت، نیمه‌هادی‌های اکسیدی، نیمه‌هادی‌های عنصری، قاره‌های بین فلزی و آلیاژهای منظم.
- مسیرهای نفوذ سریع: مرز دانه‌ها، تأثیر نابجایی‌ها و اندازه دانه، نفوذ در سطح و مکانیزم‌های نفوذ سطحی.



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Showmon, P. (2016). Diffusion in Solids", Second Edition, Springer International Publisher, Switzerland.

سید سجادی، ا. (۱۳۸۶). نفوذ در جامدات، تهران: دانشگاه علم و صنعت.

Diffusion in Solids, Fundamentals, Methods, Materials, Diffusion-Controlled Processes,

منابع فرعی:

Basu, S.K and Kumar, N. (2014).Modelling and Simulation of Diffusive ProcessesSpringer.



مشخصات درس:

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

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

نوع درس: اختیاری پیش نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان پیش نیاز: -

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

اهداف درس:

- آشنایی با خواص الکتریکی، نوری و مغناطیسی مواد و اصول فیزیکی آنها
- تجزیه و تحلیل و ایجاد ارتباط با مشخصات ریزساختاری مواد مهندسی و خواص یادشده

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی با اصول اولیه و قوانین بنیادی فیزیک حالت
- آشنایی با نحوه تأثیر ریزساختار یک ماده مهندسی و یا اندازه پودرهای سرامیکی بر خواص آنها

سرفصل درس:

- آشنایی با کلیات و اهمیت مباحث مرتبط با خواص مواد
- تعاریف و مفاهیم اولیه: ساختمان اتمی، طیف اتمی، اصل طرد پائولی، آرایش الکترون‌ها، عدد کوانتوم اصلی، عدد کوانتوم مغناطیسی، معادله شرودینگر
- خواص ذره‌ای و موجی الکترون و نور: 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، دیوده‌ها، ترانزیستورها، اتصال فلزات و نیمه‌هادی‌ها
- ترمیستورها: اهمیت، نحوه ساخت و خواص مواد ترمو الکتریک



- حلقه هیستریزیس مغناطیسی: مواد فرو و فری مغناطیس (آنتی فرو و آنتی فری مغناطیس)، حوزه‌های مغناطیسی، مرزهای مغناطیسی، رزونانس پارامغناطیس، عوامل مهندسی تأثیرگذار بر حلقه هیستریزیس، انواع مواد مغناطیسی
- نیروهای مغناطیسی تأثیرگذار بر اندازه حوزه‌های مغناطیسی: تأثیر ریزساختار بر خواص مغناطیسی، انیزوتروپی مغناطیسی کریستالوگرافی و شکلی، نیروهای مغناطیس زدا، نیروهای مگنتو کریستالاین، مفهوم اشباع مغناطیسی در مواد سوپرپارامغناطیس
- مواد سوپرپارامغناطیس: تأثیر اندازه ذرات بر خواص مغناطیسی و رفتار هیستریزیس، تأثیر اندازه کریستالیت و ناخالصی‌های غیر مغناطیسی بر خواص مغناطیسی نانو ذرات
- خواص نوری مواد: تنوری الکترونی جذب و انعکاس، عبور نوری مستقیم و غیرمستقیم، جذب نور توسط اگرایتون‌های سطحی، تنوری 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، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪ عملکردی: -	۱۰٪

فهرست منابع:

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

Kingery, W.D.; Bowen, and Donald R. Uhlmann, H. K. (1976). Introduction to Ceramics, 2nd Edition, Wiley-Interscience.

Chiang, Y.M.; Birnie, D.P. and Kingery, W.D. (1996). Physical Ceramics, Wiley.

Reed, J.S. (1995). Principles of Ceramics Processing, 2th Edition, Wiley-Interscience.

Kittel, C. (2004). Introduction to Solid State Physics, 8th Edition, Wiley.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): روش های نوین تولید و فرآوری مواد

عنوان درس (انگلیسی): New Methods of Production and Processing of Materials

نوع درس: اختیاری پیش نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان پیش نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با مباحث جدید، نوآوری ها و روش های مرسوم در حوزه ی سنتز، فراوری و تولید مواد به خصوص مواد پیشرفته

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

به کارگیری نوآوری ها و روش های مرسوم در حوزه ی سنتز، فراوری و تولید مواد در پژوهش و حل مسائل کاربردی

سرفصل درس:



- مقدمه ای بر مواد پیشرفته و نانو مواد و روش های سنتز آن ها
- فرایندهای آلیاژسازی مکانیکی، فرایندهای مکانوشیمیایی
- سنتز احتراقی حالت جامد، سنتز احتراقی در محلول، روش های سنتز دمای بالای مواد
- روش هیدروترمال، روش سل-ژل، روش میکروامولسیون
- روش های سنتز در جای کامپوزیت ها

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:
Sherif El-Eskandarany, M. (2001). Mechanical Alloying: For Fabrication of Advanced Engineering Materials, William Andrew.



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

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

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

منابع فرعی:

Suryanarayana, C. (2001). Mechanical alloying and milling, Progress in Materials Science, Volume 46, Issues 1-2, Pages 1-184.

Takacs, L. (2002). Self-sustaining reactions induced by ball milling, Volume 47, Issue 4, Pages 355-414.



مشخصات درس:



عنوان درس (فارسی): سیستم های چند جزئی

عنوان درس (انگلیسی): Multicomponent Systems

عنوان پیش نیاز: -

☒ ندارد

☐ پیش نیاز دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

تجزیه و تحلیل دیاگرام های تعادل فاز برای سیستم های تک و چند جزئی در حوزه های پژوهشی و کاربردی

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

تجزیه و تحلیل و کاربرد دیاگرام های تعادل فاز برای سیستم های تک و چند جزئی

سرفصل درس:

- انواع دیاگرام های فاز هم فشار، هم دما و با ترکیب شیمیایی ثابت.
- سیستم های تک جزئی، معادله کلاپیرون و کلازیوس-کلاپیرون.
- سیستم های دوجزئی در فشار ثابت، تحولات فاز محلول های جامد-مذاب، انحلال محدود در حالت جامد و مایع، تحول های یوتکتیک، منوتکتیک، پری تکتیک، یوتکتوئید، منوتکتوئید و پری تکتوئید.
- سیستم های سه جزئی، چگونگی نمایش، خطوط الکامید، مثلث های الکامید، خصوصیات خطوط الکامید، تحول یوتکتیک سه جزئی، دیاگرام های با تحولات پری تکتیک و یوتکتیک با ترکیبات یکنواخت و غیر یکنواخت، ترکیبات میانی در سیستم های سه جزئی، جدایش فاز در مایع، تحولات فاز حین سرد کردن، برش های هم دما در دیاگرام های سه جزئی، برش های هم ترکیب در سیستم های سه جزئی.
- سیستم های با بیش از سه جزء، اصول و چگونگی نمایش.
- قانون فازهای گیبس و دیاگرام های فاز، ضرایب تأثیر متقابل.
- دیاگرام های پایداری PSD، دیاگرام های پایداری بر حسب تغییرات دو فشار جزئی، دیاگرام های پایداری بر حسب تغییرات دما و یک فشار جزئی، کاربرد دیاگرام های پایداری در مهندسی مواد.
- مروری بر روش های به دست آوردن دیاگرام های فاز: الف) روش های تجربی، ب) روش های محاسباتی.
- محاسبات دیاگرام های فاز در دماهای ثابت بر حسب تغییرات فشارهای جزئی.



• ترمودینامیک آلیاژهای انترویی بالا

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح مسائل و حل آن

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۸۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Clifton G. Bergeron, Subhash H. Risbud, (1984). Introduction to Phase Equilibria in Ceramics, American Ceramic Society.

DeHoff, R. (2006). Thermodynamics in Materials Science, 2nd edition CRC Press.

منابع فرعی:

Gaskell, D R. and Laughlin, D. E. (2017). Introduction to the Thermodynamics of Materials, 6th edition, CRC Press.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مهندسی سطح پیشرفته

عنوان درس (انگلیسی): Advanced Surface Engineering

نوع درس: اختیاری پیش نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان 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 مکانیزم‌های کنترل‌کننده رشد پوشش، تکنیک‌های LPCVD و PACVD

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، نمایش فیلم آموزشی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح مسائل و حل آن

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

Martin, P.M. (2009). Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings: Science, Applications and Technology, 3rd edition, William Andrew.

Seshan, K. and Schepis, D. (2018). Handbook of Thin Film Deposition, 4th edition, William Andrew.

Dobkin, D. and Zuraw, M.K. (2003). Principles of Chemical Vapor Deposition, Springer Netherlands.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): خوردگی پیشرفته			
عنوان درس (انگلیسی): Advanced Corrosion			
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: دارد ☐	ندارد ☒	عنوان پیش نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲	

اهداف درس:

آشنایی با مباحث تخصصی در زمینه خوردگی در محیط‌های آبی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به کارگیری مباحث مرتبط با خوردگی در تحقیقات

سرفصل درس:

Advanced corrosion content

Session 01

- Scope of Passivity Investigations
- Anodic Polarization Resulting in Passivity
- Kinetics of Iron Passivity
- Effect of pH
- Iron Dissolution in Alkaline Environments
- Relationship of individual anodic and cathodic polarization curves to experimentally measured curves
- Section Summary



Session 02

- Anodic Polarization of Several Active-Passive metals
 - 1) Anodic Polarization of Iron
 - 2) Effect of Crystal Lattice Orientation
 - 3) Anodic Polarization of Aluminum
 - 4) Anodic Polarization of Copper
- Anodic Polarization of Several Active-Passive Alloy System
- Anodic Polarization Curves for Iron-Chromium Alloys
- Anodic Polarization of Fe-Cr-Mo Alloys
- Anodic Polarization of Fe-Cr-Ni Alloys
- Anodic Polarization of Ni-Cr Alloys



- Anodic Polarization of Ni-Mo Alloys

Session 03

- Introduction to differentiate anodic and cathodic reaction of passivity
- Determination of the Passive Corrosion Rate
- The Polarization Curve
- Mechanism and Kinetics of Passivation
- Thermodynamics of Passivity

Session 04

- Chemical and Electrochemical Passivity
- Passivation in Non-aqueous Liquids
- Passivity of Alloys
- Compositions of Passivating Oxide Films
- Breakdown of Passivity and Pitting

Session 05

- Crevice Corrosion
- Introduction
- Theories of Crevice Corrosion
- Critical Crevice Solution
- IR Drop
- Stabilization of Metastable Pits
- Similarity to Pitting

Session 06

- Variables Affecting Crevice Corrosion
- Crevice geometry
- Solution chemistry
- Alloying
- Evaluation of Crevice Corrosion
- Variables Affecting Crevice Corrosion Testing
- Field or In Situ Tests
- Laboratory Tests ASTM G 48-03
- ASTM G 78-01
- ASTM F 746-87

Session 07

- ASTM F 2129-06
- Remote crevice assemblies
- Practical Design Aspects
- Industry Specific Examples of Crevice Corrosion
- Medical Devices and Implants
- Dental crevice corrosion



- Nickel-free alloys
- Chemical and Power Plants
- Aerospace
- Nuclear Waste Isolation

Session 08

- Introduction to Pitting Corrosion
- Anions Producing Pitting in Metals
- Three Types of Pitting
- Experimental Aspects of Pitting
- 1) Pitting Morphologies
- 2) Characteristic Electrochemical Parameters for Pitting
- 2-1) Pitting potential
- 2-2) Repassivation potential
- 2-3) Inhibition potential

Session 9

- 3) Effect of the Bulk Solution Composition
- 3-1) Aggressive Solutions
- 3-2) Inhibitors
- 3-3) pH
- 4) Composition of the Solution inside Pits
- 4-1) Electrolyte inside Pits
- 4-2) Gas Evolution from Pits
- 5) Effect of Alloying Elements
- 6) Pitting Nucleation Sites
- 7) Effect of Temperature



Session 10

- Mechanism and Proposed Models of Stable Pitting Growth

Session 11

- 8) Passive Film Breakdown
- 8-1) Ion Penetration Mechanisms
- 8-2) Film Breakdown Mechanisms
- 8-3) Passive Film Breakdown and Metastable Pits
- Pitting of Aluminium Alloys (Pitting and Intergranular Corrosion)
- Pitting of Stainless Steels
- Critical Pitting Temperature (CPT)

Session 12

- Microbiologically Influenced Corrosion
- Biofilms
- Microorganisms and Effects on Solution Chemistry within Regions of the Biofilm
- Sulfate-reducing bacteria (SRB)



- Sulfur/sulfide-oxidizing bacteria
- Iron-oxidizing bacteria
- Aerobic slime formers
- Various anaerobic bacteria
- Ennoblement
- Biocides

Session 13

- Classification Of Concrete On The Basis Of Compressive Strength
- Production, Types And Curing Of Cement
- Concrete Chemistry, Hydration Reactions
- Corrosion Of Reinforcement (Rebar Corrosion)
- Factors Affecting Corrosion
- Loss Of Passivation (Depassivation)
- Effect Of Oxygen
- Cement Types
- Potential Difference

Session 14

- Relationship of Alloy Microstructure to Susceptibility to Intergranular Corrosion
- Intergranular Corrosion of Austenitic Stainless Steels
- The Fe-Cr-C Equilibrium Relationships in Stainless Steels
- Effect of Thermal History of Austenitic Stainless Steels on Susceptibility to Intergranular Corrosion
- Intergranular Corrosion of Ferritic Stainless Steels
- Intergranular Corrosion of Welded, Cast, and Duplex Stainless Steels
- Intergranular Corrosion of Nickel-Base Alloys

Session 15

- Susceptibility of Stainless Steels to Intergranular Corrosion due to Welding
- Intergranular Corrosion of Aluminum-Base Alloys
- Measurement of Susceptibility of Stainless Steels to Intergranular Corrosion
- Electrochemical Evaluation of Susceptibility to Intergranular Corrosion
- Dealloying Corrosion
- Dezincification
- Graphitic Corrosion

Session 16

- Introduction to Galvanic Corrosion
- Electrochemical Theory
- Examples of Galvanic Corrosion
- Benefits of Galvanic Corrosion
- Recognizing Galvanic Corrosion
- Predicting Galvanic Corrosion



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح مسائل و حل آن

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Shreir, L.L; Jarman, R.A. and Burstein, G.T. (1996). Corrosion, Publisher: Butterworth & Heinemann.

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

منابع فرعی:

MacCaffert, E. (2010). Introduction to corrosion Science, Springer.

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

(2003). Vapor Deposition, Springer.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مطالب ویژه در خوردگی

عنوان درس (انگلیسی): Special Topics in Corrosion

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

- تفسیر پدیده‌های حاکم بر فرایندهای خوردگی مواد
- تبیین روش‌های حل معادلات حاکم
- آشنایی با روش‌های پیشرفته در به دست آوردن روابط تجربی که جهت تبیین این فرایندها کاربرد دارد.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- تبیین اصول فرایندهای خوردگی مواد و مکانیزم‌های حاکم
- استفاده از شبیه‌سازها و مدل‌ها در حل مسائل

سرفصل درس:

- تئوری‌های مدرن سینتیک خوردگی و انتقال بار مارکوس (Marcus Theory)
- مباحث پیشرفته در زمینه طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمی (EIS) و مات-شانکی (Mott-Schottky EIS) و کاربرد آن در خوردگی
- مباحث پیشرفته در زمینه نوبز الکتروشیمیایی (EN)
- کاربرد SPM در خوردگی
- میکروالکتروود و الکتروشیمی موضعی
- شبیه‌سازی المان محدود (FEM) در خوردگی
- کاربرد شبیه‌سازی دینامیک مولکولی (MD)، مونت کارلو (MC) و تئوری تابع چگالی (DFT) در خوردگی
- مباحث پیشرفته در مدیریت خوردگی
- هوشمند سازی سیستم‌های کنترل خوردگی و اینترنت اشیا (Smarting monitoring and IoT)
- مباحث آزاد در زمینه‌های تحقیقاتی نوین در خوردگی



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح مسائل و حل آن

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

<http://www.lindau-nobel.org/> Lennart-Bernadotte-Haus, Alfred-Nobel-Platz 1, 88131 Lindau, Germany, 2017.

Bard, A. J. and Mirkin, M. V. (2012). Scanning Electrochemical Microscopy, Second Edition, Shreir's Corrosion HB: Selected Chapters 2.30, 2.33, 2.36: SPM application in corrosion, Corrosion Modelling, RBI Corrosion Management, 2010.

Taylor, C. D. and Marcus, P. (2015). Molecular Modeling of Corrosion Processes: Scientific Development and Engineering Applications, Wiley.

منابع فرعی:

Modern Aspects of Electrochemistry Series No. 44, 47, 2009.

Journals club discussions based on Corrosion Science and corrosion journals.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مطالب ویژه در جوشکاری

عنوان درس (انگلیسی): Specific Topics in Welding

نوع درس: اختیاری پیش نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان پیش نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با فرایندهای نوین جوشکاری

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به کارگیری مباحث مرتبط با جوشکاری در تحقیقات

سرفصل درس:

• فرآیندهای نوین جوشکاری:

○ جوشکاری با پرتو الکترونی

○ جوشکاری لیزر

○ جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی

○ جوشکاری نفوذی

• اصول لحیم کاری

• لحیم کاری نرم و سخت

• اتصال دهنی سرامیک‌ها

• اتصال دهنی پلیمرها

• مستندسازی فرآیند جوشکاری

• چگونگی تهیه دستورالعمل روش جوشکاری (WPS) و ارزیابی روش جوشکاری (PQR)



روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح مسائل و حل آن



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪ عملکردی: -	۱۰٪

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Duley, W.W., (1999). Wiley-Interscience Pub.,

Mishra, R.S. and Mahoney, M.W. (2007). Friction Stir Welding and Processing, ASM International.

Zhou, Y. (2008). Microjoining and Nanojoining, Woodhead Pub.

Humpston, G. and Jacobson, D.M. (2004). Principles of Soldering, ASM International.

منابع فرعی:

Jacobson, D.M and Humpston, G. (2005). Principles of Brazing, ASM International.

Klein, R.J. (2011). Welding Processes, Quality, and Applications, Nova Science Pub.

Welding and Brazing Qualifications, ASME Sec. IX, 2010.



مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مطالب ویژه در فراوری شیمیایی مواد

عنوان درس (انگلیسی): Specific Topics in Chemical Processing of Materials

نوع درس: اختیاری پیش نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان پیش نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با مباحث مرتبط با استخراج فلزات و سنتز و فراوری شیمیایی مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به کارگیری مباحث مرتبط با استخراج فلزات و سنتز و فراوری شیمیایی مواد در تحقیقات

سرفصل درس:

- مباحث پیشرو و نوین در حوزه استخراج فلزات شامل روش‌های پیرو متالورژی
- هیدرومتالورژی و الکترومتالورژی مانند آخرین پیشرفت‌ها در زمینه‌های فولادسازی، تولید فلزات غیر آهنی و تولید فلزات نادر و گران‌بها از منابع اولیه و ثانویه (بازیافت)
- مباحث پیشرو و نوین در حوزه سنتز و فراوری شیمیایی مواد شامل سنتز احتراقی در حالت جامد و محلول، سنتز دمای بالای مواد، فرایندهای مکانوشیمیایی، فرایندهای سل-ژل و فرایندهای هیدروترمال

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح مسائل و حل آن

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۸۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

بسته به نوع و ماهیت محتوای درس، از منابع و مقالات جدید و به‌روز استفاده می‌گردد.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مطالب ویژه در بافت کریستالی ناشی از تغییر شکل فلزات

عنوان درس (انگلیسی): Special Topics in Deformation Texture of Metal

نوع درس: اختیاری پیش نیاز: دارد ☒ ندارد ☐ عنوان پیش نیاز: تغییر شکل داغ فلزات

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

اهداف درس:

آشنایی با تحولات بافت کریستالی حین تغییر شکل فلزات

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

توانایی تحلیل تحولات بافت کریستالی مواد فلزی حین تغییر شکل سرد، گرم و داغ و ارتباط این تحولات با خواص فیزیکی و مکانیکی فلز مورد نظر.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر بلورشناسی مواد
- جهات مرجع بلورشناسی در تک‌بلورها و پربلورها
- ناهمسانگردی رفتار مکانیکی مواد و وابستگی آن به جهت‌گیری صفحات اتمی و شکل دانه‌ها، مثال‌هایی از مواد ناهمسانگرد
- تعریف بافت بلوری و تفاوت آن با ریزساختار
- اهمیت مهندسی بافت بلوری
- اثر بافت بلوری بر رفتار مکانیکی فلزات: مدول کشسانی، تنش تسلیم و شکل‌پذیری،
- روش‌های نمایش بافت بلوری: تصویر قطبی و تابع توزیع جهت‌گیری
- تعریف شدت بافت بلوری
- روش‌های مشخصه‌یابی بافت بلوری: تفرق اشعه ایکس، تفرق الکترون برگشتی در میکروسکوپ الکترونی روبشی، تفرق الکترونی در میکروسکوپ الکترونی عبوری
- ایجاد بافت بلوری در فرآیندهای شکل‌دهی فلزات و آئیل بعد از آن: فلزات مکعبی مرکزدار، فلزات مکعبی با وجوه مرکزدار و فلزات شش‌گوشه منشوری



- کنترل بافت بلوری ایجادشده حین شکل دهی و آنیل برخی فلزات مهندسی: انواع فولادها، آلیاژهای آلومینیوم و برخی دیگر از آلیاژهای غیر آهنی.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

Humphreys, F.J. and Hatherly, M. (2004). "Recrystallization and Related Annealing Phenomena" Second Edition, Elsevier.

Suwas, S. and Ray, R. K. (2014). Crystallographic Texture of Materials, Springer.

Bunge, H.J. (1982). Texture analysis in Materials Science, Butterworths & Co.



مشخصات درس:



عنوان درس (فارسی): مطالب ویژه در مواد سرامیکی

عنوان درس (انگلیسی): Specific Topics in Ceramic Materials

عنوان پیش نیاز:

☒ ندارد

☐ پیش نیاز: دارد

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: نظری

تعداد واحد: ۲

اهداف درس:

- آشنایی با مواد مهندسی سرامیکی، کاربردها و روش های تولید آنها
- آشنایی با خواص مغناطیسی، خواص مکانیکی و الکتریکی مواد سرامیکی و نانو مواد سرامیکی
- آشنایی با نحوه تهیه و ساخت پودرها، بدنه ها و نانو ذرات سرامیکی

توانایی و شایستگی هایی که درس پرورش می دهد:

- آشنایی با روش های ساخت مواد مهندسی سرامیکی
- تحلیل و ایجاد ارتباط با مشخصات ریز ساختمانی مواد سرامیکی و خواص مغناطیسی، خواص مکانیکی و الکتریکی

سرفصل درس:

- آشنایی با کلیات و اهمیت مباحث مرتبط با مواد سرامیکی و خواص آنها
- تعریف مباحث اولیه مغناطیس: میدان مغناطیسی، شار مغناطیسی، ممان مغناطیسی، مگنتون بوهر، نفوذپذیری مغناطیسی، تأثیر پذیری مغناطیسی، رابطه هال، تنوری پارا و دایامغناطیس
- حلقه هیستریزیس مغناطیسی، عوامل مهندسی تأثیر گذار بر حلقه هیستریزیس، مواد سوپر پارامغناطیسی: مواد فرو و فری مغناطیس (آنتی فرو و آنتی فری مغناطیس)، حوزه های مغناطیسی، مرزهای مغناطیسی، رزونانس پارامغناطیس، تأثیر ریز ساختار بر خواص مغناطیسی، معرفی آهنرباهای Sm-Co و آهنرباهای Nd-Fe-B
- مفهوم اشباع مغناطیسی در مواد سوپر پارا مغناطیس: تأثیر اندازه ذرات بر خواص مغناطیسی و رفتار هیستریزیس، تأثیر اندازه کریستالیت و ناخالصی های غیر مغناطیسی بر خواص مغناطیسی نانو ذرات
- نحوه ساخت بدنه های سرامیکی، بدنه های خام، بدنه های زینتر شده: سرامیک های اکسیدی آلومینا، زیرکونیا، تیتانیت ها، فریت ها، گارنت ها، سرامیک های غیر اکسیدی کاربیدی و نیتریدی



- خواص مکانیکی بدنه‌های سرامیکی: مکانیزم گسترش ترک در سرامیک‌های پلی کریستال، مکانیزم تقویت سرامیک‌ها و افزایش نافنس، توزیع آماری مقادیر استحکام شکست، رشد آهسته ترک در بدنه‌های سرامیکی
- مواد فوتوکالیست، آشنایی با نظریه نواری مواد، تغییر و تعدیل در خواص مواد فوتوکالیست، معرفی مواد الکتروکرومیک: تئوری الکترونی جذب و انعکاس، عبور اپتیکی مستقیم و غیرمستقیم، جذب نور توسط اگزایترون‌های سطحی، تئوری لومینسانس و ترکیب مجدد، تأثیر ناخواصی‌ها بر خواص اپتیکی مواد، رفتار اپتیکی غیرخطی، خواص فیزیکی مواد الکتروکرومیک، رفتار الکتروشیمیایی مواد الکتروکرومیک، خازن‌های سرامیکی، ترمستورها، سرامیک‌های PTC و NTC، سرامیک‌ها و کامپوزیت‌های پیزوالکتریک
- مقدمه‌ای بر سرامیک‌های دی‌الکتریک: منشأ مولکولی خاصیت دی‌الکتریک، پلاریزاسیون در مواد دی‌الکتریک، تئوری دپای، ضریب دی‌الکتریک و وابستگی آن به میدان الکتریکی و حرارتی
- سرامیک‌های مهندسی با ضریب انبساط حرارتی منفی: تعریف ضریب انبساط حرارتی، ساختارهای بلوری مواد سرامیکی، مدول یانگ، شوک پذیری حرارتی، مدول ازهم‌گیختگی، ضریب هدایت حرارتی جامدات، تأثیر ساختار کریستالی و عیوب کریستالی بر ضریب هدایت حرارتی

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

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

Kingery, W.D.; Bowen, H. K. and. Uhlmann, Donald R (1976). Introduction to Ceramics, 2nd Edition, Wiley-Interscience.

Chiang, Y.M.; Birnie, D.P. and Kingery, W.D. (1996). Physical Ceramics, Wiley

Reed, J.S. (1995). Principles of Ceramics Processing, 2th Edition, Wiley-Interscience

Richardson, D.W. (2005). Modern Ceramic Engineering, 3rd edition, CRC Press.

Jones, D.R.H. and Ashby, M.F. (1998). Engineering Materials: An Introduction to Microstructures, Processing and Design, Volume 2, 2nd edition, Butterworth-Heinemann,

R.W. (1980). Mechanical Behaviour of Ceramics, Cambridge University Press. Davidge,

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): مطالب ویژه در مهندسی سطح

عنوان درس (انگلیسی): Special Topics in Surface Engineering

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☒ عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

- آشنایی با مفاهیم و اهمیت اصلاح سطح نانو ذرات و کاربردهای آن
- بررسی سیستم‌های کلوئیدی، پایداری آن‌ها و عوامل مؤثر بر آن

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- شناسایی مشخصات سیستم‌های کلوئیدی و روش‌های پایداری آن‌ها
- آشنایی با روش‌های مختلف اصلاح سطحی و کاربردی کردن نانو ذرات

سرفصل درس:

- آشنایی با مفاهیم، اصلاحات و کاربردهای اصلاح سطحی و کاربردی کردن نانو ذرات
- بررسی سیستم‌های کلوئیدی، منشأ بارهای سطحی و اصلاح آن، نیروهای سطحی، آشنایی با دو روش اصلی پایداری کردن کلوئیدها (پایداری الکترواستاتیکی و پایداری استریکی)، لایه دوگانه الکتریکی (EDL)، پتانسیل زتا و فاکتورهای مؤثر بر آن، مشخصات کلوئیدهای پایداری، تئوری DVLO و غلظت بحرانی کلوخه شدن کلوئید.
- بررسی روش‌های مختلف اصلاح سطحی و کاربردی کردن نانو ذرات شامل روش‌های اصلاح شیمیایی سطح، پوشش دادن پلیمری سطح، تبادل / اصلاح لیگاند، روش‌های هسته - پوسته و استفاده از سرفکتانت.

روش یاددهی - یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح مسائل و حل آن

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	۲۵٪	نوشتاری: ۶۰٪	۱۰٪
		عملکردی: -	

منابع اصلی:

Tadros, Thawat, F. (2007). Colloid stability, Ed. Colloids and interface science series, Vol. ۱&۲. Wiley.

Mittal, vikas (2015). Surface modification of nanoparticles and natural fibers, Edo, Wiley.

منابع فرعی:

Pathak, Y.P, (2019). Surface modification of nanoparticles for targeted Drug delivery, Ed, springer.

Baraton, M.L (2003). Synthesis, Functionalization and surface Treatment.f Nanoparticles,, American scientific publishers.





فصل چهارم

ترم بندی دروس



ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیش نیاز
		نظری	عملی	جمع	
۱	رفتار فیزیکی مواد	۲	-	۲	-
۲	ترمودینامیک و سینتیک پیشرفته مواد	۲	-	۲	-
۳	یک درس اختیاری	۲	-	۲	-
جمع کل		۶	-	۶	

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیش نیاز
		نظری	عملی	جمع	
۱	رفتار مکانیکی مواد	۲	-	۲	-
۲	یک درس اختیاری	۲	-	۲	-
۳	یک درس اختیاری	۲	-	۲	-
جمع کل		۶	-	۶	

ترم سوم^۱

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیش نیاز
		نظری	عملی	جمع	
۱	یک درس اختیاری	۲	-	۲	-
۲	یک درس اختیاری	۲	-	۲	-
۳	یک درس اختیاری	۲	-	۲	-
جمع کل		۶	-	۶	



۱. از ترم پنجم به بعد لازم است ثبت نام در رساله دکتری در هر ترم به میزان ۵ واحد (جمعاً ۲۰ واحد) به عمل آید.

با عنایت به تنوع فراوان و پر حجم دروس مهندسی مواد می توان گرایش های متفاوتی را در ارتباط با این مقطع از تحصیل دانشجویان دکتری طراحی و ارائه کرد. در شکل کلی مجموعه دروس اجباری در تمام گرایش ها یکسان و تفاوت برگرفته از دروس اختیاری است که علاوه بر تعیین آن ها در کمیته تحصیلات تکمیلی گروه، وابسته به گرایش های تعریف شده در مقطع کارشناسی ارشد می باشد. به عنوان مثال اگر دانشجویی عمده دروس تخصصی را از گرایش مهندسی خوردگی و اکسیداسیون اختیار کند به این فرد می توان مدرک تخصصی در گرایش خوردگی و اکسیداسیون را اعطا نمود.

