جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش 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

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی متالورژی و مواد — عنوان گرایش:-

گروه: فنی و مهندسی — دوره تحصیلی: دکتری تخصصی

کارگروه 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 دانشگا ها 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 آهنچیان

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 شماره۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات وفناوری 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.

مرتضی کرمی
مسئول کمیته برنامه ریزی درسی دانشگاه

ایمان الله بیگدلی
مدیر برنامه ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

رضا پیش قدم
معاون آموزشی دانشگاه

رأی 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.

محمد کافی
رئیس دانشگاه

دانشگاه فردوسی مشهد

معاونت آموزشی

شورای برنامه‌ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: دکتری

رشته: مهندسی متالورژی و مواد

بسمه تعالی

تعریف رشته:

دکترای مهندسی متالورژی و مواد بالاترین سطح دانش‌آموختگی در سیستم آموزشی کشور می‌باشد که در مجموعه‌ای از دروس جبرانی، تخصصی، اختیاری و رساله، متخصصین در این زمینه را پرورش می‌دهد. گرایش‌های مهندسی مواد، خوردگی و حفاظت مواد، شکل دادن مواد، ریخته‌گری، استخراج فلزات، جوشکاری و مواد پیشرفته در مجموعه این رشته قرار می‌گیرند.

اهداف رشته:

- پرورش تخصص در سطح عالی در یک زمینه ویژه از مهندسی متالورژی و مواد و آگاهی بر آثار علمی منتشرشده در این زمینه.
- آشنایی با روش‌های پیشرفته پژوهش و بهبود توانمندی‌ها در زمینه‌های تخصصی در قالب نواندیشی و نوآوری و کمک به گسترش مرزهای دانش.
- دست‌یابی به آخرین و جدیدترین مبانی علمی و پژوهشی و فن‌آوری 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 تجزیه‌وتحلیل آن‌ها.

ضرورت و اهمیت رشته:

این رشته از مهم‌ترین شاخه‌های مهندسی می‌باشد که علاوه بر نقش کلیدی در علوم مهندسی به‌عنوان یکی از رشته‌های رابط در مجموعه‌های مهندسی محسوب و هرروز بر اهمیت و گستردگی آن افزوده شده است. در همین ارتباط در تولید و به‌ویژه صنایع مادر اهمیت آن بر همگان محرز و در سایر صنایع نیز پراهمیت تلقی می‌گردد.

نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان:

رکن اصلی آموزش و پژوهش در این مقطع تحصیلی دانشجویان می‌باشند که بر اساس ضوابط مدون در آزمون‌ها شرکت و با گذراندن مراحل مختلف پذیرش موفق به حضور در این دوره شده‌اند. با سپری کردن موفقیت‌آمیز این دوره دانش‌آموختگانی خواهند شد که علاوه بر فراگیری مباحث بسیار تخصصی در این رشته توانمندی هدایت پروژه‌ها و تحقیقات علمی را دارا بوده و در ارتباط با فن‌آوری‌ها به‌ویژه از نوع نوین، صاحب‌نظر خواهند بود.

طول دوره و شکل نظام:

دوره دکترای مهندسی متالورژی و مواد بر اساس دو مرحله آموزشی و پژوهشی پایه‌گذاری شده است. چگونگی آغاز و پایان هر مرحله و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین‌نامه دوره دکتری مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی می‌باشد. دوره به‌صورت 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 زمینه‌های گوناگون تخصصی مطرح است و این دوره ضمن جامع بودن باید منجر به تخصص در سطح عالی در یکی از شاخه‌های مهندسی متالورژی و مواد بشود، لذا دروس دوره دکتری در بخش‌های 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 می‌باشد. مجموع این دروس در جداول مربوطه ارائه شده است.

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

شرایط ورود دانشجو به دوره دکتری مهندسی متالورژی و مواد طبق آیین‌نامه‌های مصوب وزارت فرهنگ و آموزش عالی بوده همچنین احراز شرایط ذیل الزامی است:

- داشتن مدرک کارشناسی ارشد معتبر در یکی از رشته‌های مهندسی متالورژی و مواد از دانشگاه‌های داخل یا خارج کشور
- دارندگان مدرک کارشناسی ارشد سایر رشته‌ها 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 می‌توانند 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 می‌باشد 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[1]

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز/ 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			پیش‌نیاز/ 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	-

[1] 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			پیش‌نیاز / هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	آمار در فرایندهای مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	مدل‌سازی و شبیه‌سازی در مهندسی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	تغییر حالت‌های متالورژیکی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	تئوری نابجایی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	آلیاژهای دمابالا	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	روش‌های نوین تولید و فرآوری مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۲	سینتیک‌های 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 فراوری 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	-

۲: دانشجو قادر است بر اساس پیشنهاد استاد راهنما و تائید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه ۲ تا ۳ واحد را از دروس تحصیلات تکمیلی سایر گرایش‌ها 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**

نوع درس: تخصصی | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با مباحث پیشرفته ترمودینامیک و سینتیک در حوزه مهندسی مواد و به‌کارگیری 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 تجزیه‌وتحلیل پدیده‌ها را به‌صورت 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 هم‌دما.

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	٪۲۵	نوشتاری: ٪۶۰	٪۸۰
		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 درس (فارسی): **رفتار فیزیکی مواد**

عنوان درس (انگلیسی): **Physical Behavior of Materials**

نوع درس: تخصصی پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑ عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

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

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 ذخیره‌شده 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 دوقلویی 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 ما بین 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، بازآرایی 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 دوقلویی حرارتی.

- ارزیابی فرایند تبلور مجدد در آلیاژهای دوفازی
  - تأثیر فاز ثانویه بر فرایند تبلور مجدد، مکانیزم قفل کنندگی ذرات در طی فرایند تبلور مجدد، توزیع Bimodal ذرات، کنترل ابعاد مرزها توسط فاز ثانویه، کامپوزیت‌های زمینه فلزی تقویت‌شده با ذرات، تبلور مجدد آلیاژهای دوپلکس.

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

منابع اصلی:

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

پورثر، دی. ای. و ایسترلینگ، کی. ای. (۱۳۷۹). استحاله فازها در فلزات و آلیاژها، ترجمه محمدرضا افضلی. 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**

نوع درس: تخصصی | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

درک عمیق روش‌های استحکام‌بخشی مواد مهندسی (فلزات و مواد مرکب) با تکیه‌بر 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 هسته‌ی نابجایی، سد انرژی پیرلز- ناباررو و تنش پیرلز- ناباررو
- 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 غیریکنواخت 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 اندرکنش کشسان عدم تطابق، اندرکنش‌های اتم‌های محلول با نابجایی‌ها، اندرکنش کشسان، اندرکنش به دلیل اختلاف مدول، اندرکنش الکتریکی، اندرکنش شیمیایی، اندرکنش نظم موضعی، نگرش آماری استحکام‌بخشی محلول جامد، اثرات مکانیکی استحکام‌بخشی محلول جامد، نقطه‌ی تسلیم در نمودارهای تنش – کرنش، اندرکنش 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 پُربلور، تفاوت خواص مکانیکی مواد تک‌بلور با پُربلور، ضریب تیلور میانگین، رابطه‌ی تجربی هال – پچ ((Hall-Petch، تحلیل‌های علمی مربوط به رابطه‌ی تنش تسلیم با $D^{-1/2}$، نظریه‌ی هال – پچ، نظریه‌ی کانرل، نظریه‌ی لی، نظریه‌ی کُنراد، محدودیت‌های رابطه‌ی هال – پچ
- 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 ناپارو، اندرکنش نابجایی با رسوبات قابل برش یا غیرقابل برش (نظریه‌ی اُرووان)، 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 یانگ، 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	میان‌ترم	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 | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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:

تحلیل آماری توسط یکی از نرم‌افزارهای آماری

سرفصل درس:

- تعریف علم آمار و مفاهیم بسیار مهم در آن (جامعه، نمونه، پارامتر و آماره)
- جمع‌آوری داده و روش‌های مختلف آن (نمونه‌گیری تصادفی، سیستماتیک، خوشه‌ای و ...)
- آمار توصیفی (روش‌های مختلف ارائه داده‌های جمع‌آوری‌شده، 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 تجزیه‌وتحلیل داده‌ها) که شامل سه عنوان اساسی می‌باشد:
  - برآورد پارامترها (برآورد کننده‌های نقطه‌ای، برآورد کننده‌های فاصله‌ای یا فواصل اطمینان، خصوصیات برآورد کننده‌های خوب و روش‌های مختلف برآورد پارامترها)
  - آزمون‌های فرض آماری (آزمون‌های فرض مربوط به پارامترهای یک جامعه، دو جامعه و بیشتر از دو جامعه در قالب آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری): آزمون z یک نمونه‌ای و دو نمونه‌ای، آزمون t یک نمونه‌ای و دو نمونه‌ای، آزمون t زوجی، آزمون‌های مربوط به واریانس‌های جوامع، آزمون ناپارامتری علامت، آزمون ناپارامتری ویلکاکسون، آزمون ناپارامتری من-ویتنی، تحلیل واریانس، آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس
  - مدل‌سازی آماری (رگرسیون خطی ساده و چندگانه)

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	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): **مدل‌سازی و شبیه‌سازی در مهندسی مواد**

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

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

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

اهداف درس:

- تبیین اصول مدل‌سازی ریاضی و کاربرد آن در شناخت و تفسیر پدیده‌های حاکم بر فرایندهای مهندسی مواد
- تبیین روش‌های حل معادلات حاکم بر فرایندهای مختلف مهندسی مواد در مقیاس‌های مختلف (شامل مقیاس ماکرو، مزو و میکرو)
- آشنایی با روش‌های نوین حل معادلات حاکم شامل روش‌های قطعی (deterministic) و یا احتمالی (stochastic)، آشنایی با روش‌های پیشرفته در به دست آوردن روابط تجربی که جهت تبیین فرایندهای مهندسی مواد کارا باشد.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

شناسایی اصول مدل‌سازی ریاضی فرایندهای مهندسی مواد و معادلات حاکم بر آن‌ها به روش‌های محاسباتی با کمک نرم‌افزارهای کامپیوتری

سرفصل درس:

- کلیات: مبانی و مفاهیم مدل‌سازی ریاضی پدیده‌های فیزیکی.
- مبانی یافتن جواب‌های عددی معادلات دیفرانسیل: معرفی معادلات دیفرانسیل، جواب‌های عددی معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی.
- روش اختلاف محدود: معرفی و مبانی، گسسته‌سازی زمان، خطاهای عددی روش اختلاف محدود، روش اویلر، روش پیش‌بین-اصلاحگر، روش کرانک-نیکولسون، روش رونگه کوتا.
- روش اجزاء محدود: معرفی و مبانی، مبانی گسسته‌سازی و روش‌های 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، مدل‌های مونت کارلو بر مبنای spin، روش 1/2 spin Ising، روش q-spin، انواع شبکه‌های 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 چگالی 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.

Ilegbusi,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**

نوع درس: اختیاری | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

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 ماکروسکوپی و میکروسکوپی، 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

- 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 بینتی، بینیت بالای و بینیت پایینی، مکانیزم‌ها و مشخصات کریستالوگرافی ساختار بینتی
- تغییر حالت‌های مارتنزیتی، کریستالوگرافی مارتنزیت، تئوری‌های جوانه‌زنی مارتنزیت، مکانیزم‌های تشکیل انواع مارتنزیت، تمپر کردن مارتنزیت و استحاله‌های مرتبط با این تحول، مارتنزیت در فولادها و چدن‌ها

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	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 حسن‌زاده مقدم، یگانه (۱۳۹۵). استحاله فازی بینتی، 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 | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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 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 گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل، انجام تحقیق

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	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 دمابالا**

عنوان درس (انگلیسی):**High Temperature Alloys**

نوع درس: اختیاری | پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با آلیاژهایی که در دماهای بالا کار می‌کنند و خواص استحکامی و ساختاری مربوطه را در این درجه حرارت‌ها حفظ کنند.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به‌کارگیری مباحث مرتبط با سوپر آلیاژها در تحقیقات

سرفصل درس:

- کاربرد و معرفی سوپرآلیاژها
- مشخصات سوپرآلیاژها و شرایط کاری آن‌ها
- انواع و روش‌های تولید سوپرآلیاژها
- ترکیب شیمیایی سوپرآلیاژها و تاثیر عناصر آلیاژی روی آن‌ها
- مشخصه‌های متالورژیکی و ریزساختاری سوپرآلیاژها
- معرفی مشخصات فازهای مختلف سوپرآلیاژها
- کاربیدها و واکنش‌های آن‌ها در دماهای بالا
- مکانیزم‌های استحکام دهی در سوپرآلیاژها
- مشخصات و مکانیزم‌های خزشی سوپرآلیاژها
- تغییرات ریزساختاری سوپرآلیاژها ناشی از شرایط کاری خزشی
- اکسیداسیون سوپرآلیاژها
- خوردگی سوپرآلیاژها

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

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

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 Flewith, 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 Lupinc,V. (1982). in: R. Brunetaud et al. (Eds.), High Temp. Alloys for Gas Turbine, Reidel Publishing Co., p. 589.

Lupinc,V. and Maldini,M. (1994).in: Materials for advanced power eng., Eds. By: D. Coutsouradis et al., Kluwer Academic Publishers, p. 979.

Bachelet,E. (1978).in: High Temperature Alloys for Gas Turbine, D. Coutsouradis 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.

Smashey,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**

نوع درس: اختیاری | پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

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

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

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 مکانیسم‌های تغییر شکل مومسان و اثر دما و نرخ کرنش بر آن‌ها
- اثر انرژی نقص چیدن، نقشه‌های تغییر شکل
- رفتار ابر مومسان، انرژی ذخیره‌شده در فلز ناشی از وقوع کارسختی
- بازگردانی و چگونگی وقوع آن و دسته‌بندی انواع آن
- تحولات ریزساختار حین تغییر شکل سرد
- اثر انرژی نقص چیدن بر تشکیل سلول نابجایی و یا ایجاد دوقلویی، بازیابی و نحوه مطالعه کمی اثرات آن
- مکانیسم‌های فعال حین بازیابی و تغییرات ریزساختاری ناشی از آن
- بازیابی توسعه‌یافته، 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	نوشتاری: ٪۶۰	٪۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

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

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 مورداستفاده به‌عنوان 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	میان‌ترم	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 سبزوار وعلی 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 حالت‌جامد**

عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Solid State Physics**

نوع درس: اختیاری | پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

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

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به‌کارگیری مباحث مرتبط با فیزیک پیشرفته حالت‌جامد در تحقیقات

سرفصل درس:

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

روش یاددهی- یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

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

AshcrofN. 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**

نوع درس: اختیاری | پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با مباحث تخصصی در زمینه نفوذ به‌ویژه در حالت‌جامد ماده

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به‌کارگیری مباحث مرتبط با نفوذ در حالت‌جامد 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، 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، 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 غیرعادی نفوذ در خود.
- نفوذ در آلیاژهای رقیق: بین نشین‌ها و آن الاستیسته، نفوذ ناخالصی‌ها در فلزات خالص، نفوذ بین تشینی 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 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	میان‌ترم	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 | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: –

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

اهداف درس:

- آشنایی با خواص الکتریکی، نوری و مغناطیسی مواد و اصول فیزیکی آن‌ها
- تجزیه‌وتحلیل 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، دیودها، ترانزیستورها، اتصال فلزات و نیمه‌هادی‌ها
- ترمیستورها: اهمیت، نحوه ساخت و خواص مواد ترموالکتریک

- حلقه هیسترزیس مغناطیسی: مواد فرو و فری مغناطیس (آنتی فرو و آنتی فری مغناطیس)، حوزه‌های مغناطیسی، مرزهای مغناطیسی، رزونانس پارامغناطیس، عوامل مهندسی تأثیرگذار بر حلقه هیسترزیس، انواع مواد مغناطیسی
- نیروهای مغناطیسی تأثیرگذار بر اندازه حوزه‌های مغناطیسی: تأثیر ریزساختار بر خواص مغناطیسی، انیزوتروپی مغناطیسی کریستالوگرافی و شکلی، نیروهای مغناطیس زدا، نیروهای مگنتوکریستالاین، مفهوم اشباع مغناطیسی در مواد سوپرپارامغناطیس
- مواد سوپرپارامغناطیس: تأثیر اندازه ذرات بر خواص مغناطیسی و رفتار هیسترزیس، 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، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

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

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): **روش‌های نوین تولید و فرآوری مواد**

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

نوع درس: اختیاری | پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

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

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به‌کارگیری نوآوری‌ها و روش‌های مرسوم در حوزه‌ی سنتز، فراوری و تولید مواد در پژوهش و حل مسائل کاربردی

سرفصل درس:

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

روش یاددهی- یادگیری:

سخنرانی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	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): **سیستم‌های چندجزیی**

عنوان درس (انگلیسی): **Multicomponent Systems**

نوع درس: اختیاری | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

تجزیه‌وتحلیل دیاگرام‌های تعادل فازی برای سیستم‌های تک و چندجزیی در حوزه‌های پژوهشی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

تجزیه‌وتحلیل و کاربرد دیاگرام‌های تعادل فازی برای سیستم‌های تک و چندجزیی

سرفصل درس:

- انواع دیاگرام‌های فازی هم‌فشار، هم‌دما و با ترکیب شیمیایی ثابت.
- سیستم‌های تک جزئی، معادله کلاپیرون و کلازیوس-کلاپیرون.
- سیستم‌های دوجزئی در فشار ثابت، تحولات فازی محلول‌های جامد-مذاب، انحلال محدود در حالت‌جامد و مایع، تحول‌های یوتکتیک، منوتکتیک، پری‌تکتیک، یوتکتوئید، منوتکتوئید و پری‌تکتوئید.
- سیستم‌های سه‌جزئی، چگونگی نمایش، خطوط الکامید، مثلث‌های الکامید، خصوصیات خطوط الکامید، تحول یوتکتیک سه‌جزئی، دیاگرام‌های با تحولات پری‌تکتیک و یوتکتیک با ترکیبات یکنواخت و غیریکنواخت، ترکیبات میانی در سیستم‌های سه‌جزئی، جدایش فازی در مایع، تحولات فازی حین سرد کردن، برش‌های هم‌دما در دیاگرام‌های سه‌جزئی، برش‌های هم ترکیب در سیستم‌های سه‌جزئی.
- سیستم‌های با بیش از سه جزء، اصول و چگونگی نمایش.
- قانون فازهای گیبس و دیاگرام‌های فازی، ضرایب تأثیر متقابل.
- دیاگرام‌های پایداری PSD، دیاگرام‌های پایداری برحسب تغییرات دو فشار جزئی، دیاگرام‌های پایداری برحسب 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 برحسب تغییرات فشارهای جزئی.

- ترمودینامیک آلیاژهای انتروپی بالا

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: -	

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 | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

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 | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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:

به‌کارگیری 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	میان‌ترم	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 & Heinemman.

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- شاتکی (Mott-Schottky EIS) و کاربرد آن در خوردگی
- مباحث پیشرفته در زمینه نویزالکتروشیمیایی (EN)
- کاربرد SPM در خوردگی
- میکروالکترود و الکتروشیمی موضعی
- شبیه‌سازی المان محدود (FEM) در خوردگی
- کاربرد شبیه‌سازی دینامیک مولکولی (MD)، مونت کارلو (MC) و تئوری تابع چگالی (DFT) درخوردگی
- 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	میان‌ترم	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 | پیش‌نیاز: دارد ☐ | ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز: -

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

اهداف درس:

آشنایی با فرایندهای نوین جوشکاری

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

به‌کارگیری مباحث مرتبط با جوشکاری در تحقیقات

سرفصل درس:

- فرآیندهای نوین جوشکاری:
  - جوشکاری با پرتو الکترونی
  - جوشکاری لیزر
  - جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی
  - جوشکاری نفوذی
- اصول لحیم‌کاری
- لحیم‌کاری نرم و سخت
- اتصال دهی سرامیک‌ها
- اتصال دهی 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	میان‌ترم	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	پیش‌نیاز: دارد ☐	ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
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:

به‌کارگیری 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 حالت‌جامد 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	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۵٪	٪۲۵	نوشتاری: ٪۶۰	٪۱۰
		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	پیش‌نیاز: دارد ☑	ندارد ☐	عنوان پیش‌نیاز: 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 موردنظر.

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 مشخصه یابی 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 آنیل بعدازآن: فلزات مکعبی مرکزدار، فلزات مکعبی با وجوه مرکزدار و فلزات شش گوشه منشوری

- کنترل بافت بلوری ایجادشده حین شکل‌دهی 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	میان‌ترم	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, Elsivier.

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**

نوع درس: اختیاری | پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑ | عنوان پیش‌نیاز:

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

اهداف درس:

- آشنایی با مواد مهندسی سرامیکی، کاربردها و روش‌های تولید آن‌ها
- آشنایی با خواص مغناطیسی، خواص مکانیکی و الکتریکی مواد سرامیکی و نانو مواد سرامیکی
- آشنایی با نحوه تهیه و ساخت پودرها، بدنه‌ها و نانو ذرات سرامیکی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی با روش‌های ساخت مواد مهندسی سرامیکی
- تحلیل و ایجاد ارتباط با مشخصات ریزساختاری 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، تأثیرپذیری مغناطیسی، رابطه هال، تئوری پارا و دیامغناطیس
- حلقه هیسترزیس مغناطیسی، عوامل مهندسی تأثیرگذار بر حلقه هیسترزیس، مواد سوپر پارامغناطیسی: مواد فرو و فری مغناطیس (آنتی فرو و آنتی فری مغناطیس)، حوزه‌های مغناطیسی، مرزهای مغناطیسی، رزونانس پارامغناطیس، تأثیر ریزساختار بر خواص مغناطیسی، معرفی آهنرباهای **Sm-Co** و آهنرباهای **Nd-Fe-B**
- مفهوم اشباع مغناطیسی در مواد سوپرپارا مغناطیس: تأثیر اندازه ذرات بر خواص مغناطیسی و رفتار هیسترزیس، تأثیر اندازه کریستالیت و ناخالصی‌های غیر مغناطیسی بر خواص مغناطیسی نانو ذرات
- نحوه ساخت بدنه‌های سرامیکی، بدنه‌های خام، بدنه‌های زینتر شده: سرامیک‌های اکسیدی آلومینا، زیرکونیا، تیتانیت‌ها، فریت‌ها، گارنت‌ها، سرامیک‌های غیر اکسیدی کاربیدی و نیتریدی

- خواص مکانیکی بدنه‌های سرامیکی: مکانیزم گسترش ترک در سرامیک‌های پلی کریستال، مکانیزم تقویت سرامیک‌ها و افزایش تافنس، توزیع آماری مقادیر استحکام شکست، رشد آهسته ترک در بدنه‌های سرامیکی
- مواد فوتوکالیسیت، آشنایی با نظریه نواری مواد، تغییر و تعدیل در خواص مواد فوتوکاتالیسیت، معرفی مواد الکتروکرومیک: تئوری الکترونی جذب و انعکاس، عبور اپتیکی مستقیم و غیرمستقیم، جذب نور توسط اگزایتون‌های سطحی، تئوری لومینسانس و ترکیب مجدد، تأثیر ناخالصی‌ها بر خواص اپتیکی مواد، رفتار اپتیکی غیرخطی، خواص فیزیکی مواد الکتروکرومیک، رفتار الکتروشیمیایی مواد الکتروکرومیک، خازن‌های سرامیکی، ترمیستورها، سرامیک‌های **PTC** و **NTC** ، سرامیک‌ها و کامپوزیت‌های پیزوالکتریک
- مقدمه‌ای بر سرامیک‌های دی‌الکتریک: منشأ مولکولی خاصیت دی‌الکتریک، پلاریزاسیون در مواد دی‌الکتریک، تئوری دبای، 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 ازهم‌گسیختگی، 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	میان‌ترم	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، پایدار کردن 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 پایدار کردن کلوئیدها (پایداری الکترواستاتیکی و پایداری استریکی)، لایه دوگانه الکتریکی (EDL)، پتانسیل زتا و فاکتورهای مؤثر بر آن، مشخصات کلوئیدهای پایدار، 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 سرفکتنت.

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: -	

فهرست منابع:

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.I. (2003). Synthesis, Functionalization and surface Treatment.f Nanoparticles,, American scientific publishers.

فصل چهارم

ترم بندی دروس

ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز
		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			پیش‌نیاز
		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[1]

ردیف	نام درس	تعداد واحد			پیش‌نیاز
		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	

[1]. از ترم پنجم به بعد لازم است ثبت نام در رساله دکتری در هر ترم به میزان ۵ واحد (جمعا 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.