برنامه درسی

رشته : مهندسی مواد

گرایش: استخراج فلزات

دوره : کارشناسی ارشد

دانشکده : مهندسی

مصوب جلسه مورخ ۹۷/۱۱/۰۸ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین‌نامه شماره۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی تدوین‌شده و در جلسه مورخ ۹۷/۱۱/۰۸ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته : مهندسی مواد

گرایش: استخراج فلزات

دوره: کارشناسی ارشد

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

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

مرتضی کرمی
رئیس گروه برنامه‌ریزی آموزشی و درسی دانشگاه

ایمان الله بیگدلی
مدیر برنامه‌ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

رضا پیش‌قدم
معاون آموزشی دانشگاه

رأی صادره جلسه مورخ ۹۷/۱۱/۰۸ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی مهندسی مواد گرایش استخراج فلزات در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است. به واحد ذی‌ربط ابلاغ شود.

محمد کافی
رئیس دانشگاه

معاونت آموزشی

شورای برنامه‌ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی مواد

گرایش: استخراج فلزات

فصل اول

مشخصات کلی

بسمه تعالی

تعریف رشته:

رشته‌ی مهندسی مواد-گرایش استخراج فلزات مجموعه‌ی دروس نظری، عملی و پژوهشی است که به توانمندسازی مهندسین مواد برای پژوهش و نوآوری و نیز توسعه‌ی دانش فنی در حوزه‌ی استخراج فلزات به‌طور خاص و سنتز و فراوری شیمیایی و الکتروشیمیایی مواد به‌طور عام می‌پردازد.

هدف رشته:

هدف از این دوره تربیت متخصصینی است که با آگاهی از مبانی علمی و فناوری در زمینه‌های گوناگون استخراج و پالایش فلزات، بتوانند طراحی و انجام فرایندهای شیمیایی و الکتروشیمیایی بر روی مواد معدنی تغلیظ شده و یا منابع ثانیه به روش‌های پیرو متالورژی، هیدرو متالورژی و الکترومتالورژی را انجام دهند. علاوه بر آن بتوانند با آگاهی از اصول شیمی و الکتروشیمی مواد به‌خصوص در حوزه‌ی سنتز و فراوری شیمیایی مواد، در این صنایع به پژوهش، طراحی، مهندسی، بررسی مشکلات و چگونگی حل آن‌ها بپردازند و در انتقال دانش فنی و فناوری مؤثر باشند.

ضرورت و اهمیت رشته:

با توجه به اهمیت و گسترش صنایع فلزی در کشور ایران، اعم از تولید فولاد، مس، سرب، روی، آلومینیم و نیز فروآلیاژها، لزوم آگاهی هر چه بیشتر از فرایندهای نوین تولید و پژوهش در این زمینه‌ها احساس می‌شود. علاوه بر آن مواد جدید و پیشرفته با کاربردها و خواص رو به توسعه‌ی خود و روش‌های سنتز و فراوری آن‌ها یکی از نیازهای مهم در حوزه‌ی شیمی مواد است که روزبه‌روز جایگاه خود را در صنایع توسعه می‌دهد.

نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان:

دانش‌آموختگان این رشته با آگاهی از فرایندهای مختلف استخراج فلزات از منابع اولیه و ثانویه، پالایش فلزات و نیز سنتز مواد می‌توانند به‌طورکلی در صنایع متالورژی همچون دانش‌آموختگان دیگر گرایش‌های رشته‌ی مهندس مواد ایفای نقش کنند. به‌طور خاص، صنایع مرتبط با استخراج فلزات، همچون صنایع فولادسازی، تولید مس، سرب، روی و آلومینیم، می تواند بستر مناسبی برای اشتغال ایشان باشد. علاوه بر آن، دانش‌آموختگان این رشته می‌توانند در مراکز تحقیقاتی مرتبط با تولید و بازیافت مواد به کار گرفته شوند. همچنین، با توجه به توانمندی‌های دانش‌آموختگان در حوزه‌ی سنتز و فراوری شیمیایی مواد، به‌خصوص در سنتز مواد نوین و پیشرفته همچون کاتالیست‌ها و مواد نانو، می‌توانند فرصت‌های خوب کارآفرینی و نوآوری صنعتی در کشور فراهم نمایند.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

طول دوره و شکل نظام:

برنامه‌ی درسی این رشته شامل ۳۲ واحد نظری و عملی است که برای چهار نیمسال تحصیلی طرح‌ریزی شده است.

تعداد و نوع واحدها درسی:

بر اساس این برنامه، دانشجو لازم است به‌منظور دانش‌آموخته شدن مجموعاً ۱۲ واحد دروس تخصصی، ۱۴ واحد از دروس اختیاری و ۶ واحد پایان‌نامه را بگذراند. همچنین ۱۲ واحد به‌عنوان دروس جبرانی در نظر گرفته شده است که چنانچه دانشجو قبلاً در مقطع کارشناسی نگذرانده است، لازم است در این دوره بگذراند..

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

دارا بودن شرایط عمومی و اختصاصی دانشگاه بر اساس ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.

فصل دوم

واحدهای درسی و جداول دروس

جدول ۱- دروس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک مواد ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۲	پدیده‌های انتقال	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-
۳	سینتیک مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	استخراج فلزات ۱	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	استخراج فلزات ۲	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		**۱۲**	**-**	**۱۲**	**۱۹۲**	**-**	**۱۹۲**	

جدول ۲- دروس تخصصی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ترمودینامیک پیشرفته‌ی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۲	مشخصه‌یابی پیشرفته‌ی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۳	سینتیک پیشرفته‌ی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۴	اصول فرایندهای پیرو متالورژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۵	اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	سمینار	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
جمع کل		**۱۲**	**-**	**۱۲**	**۱۹۲**	**-**	**۱۹۲**	

جدول ۳- دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	آزمایشگاه مشخصه‌یابی پیشرفته‌ی مواد	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	مشخصه‌یابی پیشرفته مواد
۲	آزمایشگاه فرایندهای شیمیایی مواد	-	۱	۱	-	۳۲	۳۲	اصول فرایندهای پیرو متالورژی، اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی
۳	خطا در اندازه‌گیری	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶	-
۴	طراحی آزمایش‌ها	۱	-	۱	۱۶	-	۱۶	-
۵	روش‌های نوین فراوری و تولید مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۶	روش‌های آماری در فرایندهای مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۷	پدیده‌های انتقال پیشرفته	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۸	مطالب ویژه— در فراوری شیمیایی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	اصول فرایندهای پیرو متالورژی، اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی
۹	تولید و مصرف آهن اسفنجی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۰	ملاحظات زیست‌محیطی و بازیافت مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۱	مواد در کاربردهای انرژی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۲	استخراج فلزات نادر	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۳	سیستم‌های چند جزئی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	ترمودینامیک پیشرفته‌ی مواد
۱۴	اصول آنالیز حرارتی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۵	مدل‌سازی و شبیه‌سازی در مهندسی مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۶	طرح و کنترل فرایندهای مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۷	ملاحظات فنی و اقتصادی فرایندهای مواد	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۸	ریاضیات پیشرفته مهندسی	۲	-	۲	۳۲	-	۳۲	-
۱۹	درس از سایر رشته‌ها و گرایش‌ها	حداکثر ۴ واحد			-	-	-	-
جمع کل قابل اخذ		**۱۴**			**۲۲۴**			

فصل سوم

مشخصات دروس

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **ترمودینامیک پیشرفته‌ی مواد**			
عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Thermodynamics of Materials**			
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: دارد □	ندارد☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

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

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- تجزیه‌وتحلیل فرایندهای مواد و متالورژی را از منظر ترمودینامیکی
- استفاده از مبانی ترمودینامیک در موضوعات پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

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

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

روش یاددهی- یادگیری:

توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل ترمودینامیکی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

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

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

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **مشخصه‌یابی پیشرفته‌ی مواد**			
عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Characterization of Materials**			
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: دارد □	ندارد☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با روش‌های جدید و پیشرفته آنالیز، شناسایی و مشخصه یابی مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

استفاده از روش‌های جدید و پیشرفته آنالیز، شناسایی و مشخصه یابی مواد در موضوعات پژوهشی

سرفصل درس:

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

- روش دیلاتومتری (Dilatometry)
- طیف‌سنجی الکترونی و یونی برای آنالیز سطح: روش طیف‌سنجی فوتوالکترون پرتو X (XPS: X-ray Photoelectron)، روش طیف‌سنجی الکترون اوژه (AES: Auger Electron Spectroscopy) و روش طیف‌سنجی جرمی یون ثانویه (SIMS: Secondary Ion Mass Spectroscopy)

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۶۰ عملکردی: به نظر استاد	به نظر استاد

فهرست منابع:

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

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

Goldstein, J. et. al, (2007).*Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*, 3rd edition, Springer.

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

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

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

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

Meyer, E.; Hans, H.J. & Bennewitz,R. (2004).*Scanning Probe Microscopy: The Lab on a Tip,* Springer Science & Business Media.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **سینتیک پیشرفته‌ی مواد**		
عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Kinetics of Materials**		
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: دارد □ ندارد☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

مطالعه قوانین حاکم بر سرعت واکنش‌ها و تحلیل مکانیزم انجام واکنش‌ها در فرایندهای مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

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

سرفصل درس:

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

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

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

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل سینتیکی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

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

Laidler,K.J. (1987). *Chemical Kinetics*, 3rd edition, Prentice Hall.

Levenspiel,O. (1998). *Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition, Wiley.

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

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **اصول فرایندهای پیرو متالورژی**		
عنوان درس (انگلیسی): **Principles of Pyrometallurgical Processes**		
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: دارد □ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اصول و تئوری فرایندهای پیرو متالورژی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

درک مهندسی و تجزیه‌وتحلیل فرایندهای تولید مرتبط با حوزه پیرو متالورژی از منظر کاربردی و پژوهشی

سرفصل درس:

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

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

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

T. Rosenqvist, (1974). Principles of Extractive Metallurgy, McGraw-Hill.

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

C.B. Alcock, (1976).*Principles of pyrometallurgy*, Academic Press.

H.S. Ray, R. Sridhar, K.P. Abraham, (2008). *Extraction of Nonferrous Metals*, Affiliated East-west Press Pvt Ltd.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی**		
عنوان درس (انگلیسی): **Principles of Hydro and Electro-Metallurgical Processes**		
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: دارد □ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

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

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

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

سرفصل درس:

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

- بازیابی به روش فیزیکی (تبلور)
- هیدرولیز
- ترمودینامیک و سینتیک رسوب‌گیری به‌صورت هیدروکسید، کربنات و سولفید، ترمودینامیک و سینتیک فرایند سمانتاسیون
- مبانی ترمودینامیکی و سینتیکی احیا با هیدروژن، احیا به‌وسیله گازهای دیگر

• اصول فرایندهای الکترومتالورژی:

- اصول الکتروشیمی، ترمودینامیک و مفهوم تعادل در واکنش‌های الکتروشیمی، اصول پیل‌ها و سل‌های الکترولیز، نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، سینتیک واکنش‌های الکتروشیمی در الکترود
- مبانی فرایندهای الکترومتالورژی: قانون فارادی، راندمان جریان، مصرف ویژه انرژی، راندمان انرژی، چگالی جریان، پتانسیل تئوری سل (پتانسیل تجزیه)، پتانسیل اضافی و انواع آن شامل پتانسیل اضافی فعال‌سازی، پتانسیل اضافی هیدروژن، پتانسیل اضافه آزاد شدن حباب، پتانسیل اضافه دیافراگم، افت پتانسیل IR، عوامل مؤثر بر ولتاژ، راندمان جریان و مصرف ویژه انرژی در فرایند
- فرایندهای ربایش و پالایش (تصفیه) الکتریکی، اجزای یک واحد صنعتی ربایش یا پالایش الکتریکی
- ربایش و پالایش الکتریکی مس / روی / نیکل: شرح کلی فرایندهای متداول ربایش الکتریکی با آندهای خنثی (غیر مصرفی) و آندهای مصرفی (مثل آند مات نیکل)، نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، محاسبه پتانسیل تئوری و اعمالی، محاسبه مصرف ویژه انرژی، جنس آند و کاتد، اثر ناخالصی‌های الکترولیت و روش‌های حذف آن‌ها
- اصول فرایند تولید آلومینیم (Hall–Heroult)، نقش کریولیت، علت استفاده از گرافیت به‌عنوان آند و نقش آن در واکنش‌ها، افزودنی‌های حمام مذاب، متغیرهای حمام مذاب، ترکیب بهینه الکترولیت، نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، مواد شارژی، فرایند بایر، پوسته، لجن، کنترل فرایند، طراحی سل و تلفات گرمایی آن، محاسبه ولتاژ تئوری و اعمالی، محاسبه مصرف ویژه انرژی، راندمان انرژی

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، نمایش فیلم‌های آموزشی، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

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

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

Gupta,C.K. & Mukherjee,T.K. (1990).*Hydrometallurgy in Extraction Processes*, Volume 1 and 2, CRC Press.

Habashi, F. (1970).*Principles of Extractive Metallurgy*, Volume 2: Hydrometallurgy, Gordon & Breach.

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

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

منابع فرعی:

وقار، رامز و توحیدی، ناصر (۱۳۷۶). *هیدرو متالورژی*، انتشارات دانشگاه تهران.

مزمل حکم‌آبادی، مهدی؛ شوشتری گوگ‌تپه، حامد و صادقی، نیما (۱۳۹۵). *استخراج فلزات با فرآیندهای هیدرو متالورژی*، نشر ستایش.

Grjotheim,K. & Welch, B.J. (1988).*Aluminium Smelter Technology: A Pure and Applied Approach*, 2nd edition, Aluminium-Verlag.

Gupta,C.K. (2006).*Chemical Metallurgy: Principles and Practice*, Wiley-VCH.

Ghosh, A. & Ray, H.S. (1992).*Principles of Extractive Metallurgy*, John Wiley & Sons Inc.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **سمینار**		
عنوان درس (انگلیسی): **Seminar**		
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز: دارد □ ندارد☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با نحوه گرداوری مطالب از منابع علمی و تدوین آن در قالب یک گزارش کتبی و در نهایت ارائه شفاهی. پیشنهاد می‌شود این درس در راستای موضوع پایان‌نامه دانشجو و به‌منظور تدوین پیشنهاده (پروپوزال) پایان‌نامه تعریف شود تا دانشجو بتواند ضمن گرداوری و تدوین مطالب علمی، توانایی طرح مسأله و طراحی روش تحقیق را بیاموزد.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با نحوه جستجو در منابع علمی، مطالعه و گرداوری مطلب، تدوین گزارش، اصول طرح مسأله و طراحی آزمایش و ارائه شفاهی یک موضوع علمی به‌صورت عملکردی

سرفصل درس:

- جستجوی مقالات و منابع علمی معتبر پیرامون موضوع سمینار که پیشنهاد می‌شود در راستای موضوع پایان‌نامه دانشجو تعریف گردد.
- گرداوری مطالب و تدوین آن در قالب گزارش کتبی به صورتی که همراه با نقد و بررسی کارهای دیگران و جمع‌بندی باشد.
- ارائه در قالب یک سخنرانی شفاهی در حضور استاد درس و دانشجویان و اساتید رشته.
- درصورتی‌که موضوع سمینار به‌صورت پیشنهاده (پروپوزال) پایان‌نامه دانشجو تعریف گردد، دانشجو باید بررسی، مطالعه و گرداوری کارهای دیگران را در راستای تبیین مسأله و اهداف پایان‌نامه خود تنظیم کند و در نهایت طراحی آزمایش‌ها و روش تحقیق خود را مبتنی بر اهداف کار بیان نماید.
- در درس سمینار، هیچ آزمایش و فعالیت آزمایشگاهی صورت نمی‌گیرد و کار گرداوری مطالب صرفاً مبتنی بر جمع‌آوری نتایج دیگر محققان است.

روش یاددهی- یادگیری:

جلسات مستمر با استاد درس و ارائه گزارش پیشرفت کار به استاد و دریافت راهنمایی و مشاوره به‌منظور اصلاح و تکمیل کار

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
–	–	نوشتاری: –	–
		عملکردی: ۱۰۰٪	

تجهیزات و امکانات موردنیاز:

امکانات جستجو در منابع علمی روز دنیا، کتابخانه تخصصی، امکانات برگزاری جلسه ارائه سمینار

فهرست منابع:

متناسب با موضوع سمینار با راهنمایی استاد درس تعیین می‌شود.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **آزمایشگاه مشخصه‌یابی پیشرفته‌ی مواد**		
عنوان درس (انگلیسی): **Laboratory of Advanced Characterization of Materials**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☑ ندارد ☐	عنوان پیش‌نیاز: مشخصه‌یابی پیشرفته‌ی مواد
تعداد واحد: ۱	نوع واحد: عملی	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی عملی با مباحث تئوری مطرح‌شده در درس شناسایی مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی عملی با دستگاه‌های مورداستفاده در مطالعه، شناسایی و مشخصه‌یابی مواد
- استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط

سرفصل درس:

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

روش یاددهی- یادگیری:

شرکت پیوسته و فعال در آزمایشگاه‌ها و بازدیدهای مرتبط با بحث، استفاده از منابع، شرکت در بحث‌های مطرح‌شده، ارائه سمینار

روش ارزیابی:

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز:

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

فهرست منابع:

سجادی، عبدالکریم و صبا، فرهاد (۱۳۹۱). *روش‌های پیشرفته شناخت مواد: مقدمه‌ای بر روش‌های میکروسکوپی، طیف‌سنجی و آنالیز حرارتی*، انتشارات واژگان خرد. بسته به نوع و ماهیت آزمایش‌ها، از منابع و مقالات جدید و به‌روز استفاده می‌گردد.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **آزمایشگاه فرایندهای شیمیایی مواد**

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

نوع درس: اختیاری پیش‌نیاز: دارد ☑ ندارد ☐ عنوان پیش‌نیاز: اصول فرایندهای پیرو متالورژی، اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی

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

اهداف درس:

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

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- طرح مسأله بر اساس منابع مطالعاتی
- طراحی و انجام آزمایش
- به دست آوردن، پردازش و ارائه داده‌های آزمایشگاهی

سرفصل درس:

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

- سینتیک فرایند تشویه / تکلیس
- واکنش‌های سرباره – مذاب
- واکنش‌های متالوترمی
- احیای اکسیدهای فلزی
- سینتیک لیچینگ اکسید یا سولفید فلزات
- لیچینگ اکسایشی / احیایی
- فعال‌سازی مکانیکی و فرایندهای مکانوشیمیایی
- الکترولیچینگ

- پالایش و تغلیظ محلول در فرایندهای هیدرو متالورژی
- بررسی فرایندهای ربایش و پالایش الکتریکی
- سنتز مواد

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

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

تجهیزات و امکانات موردنیاز:

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

فهرست منابع:

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **خطا در اندازه‌گیری**		
عنوان درس (انگلیسی): **Error in Measurement**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۱	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۱۶

اهداف درس:

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

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با نحوه کاهش یا رفع انواع خطا

سرفصل درس:

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

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان،

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

منابع اصلی:

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

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

منابع فرعی:

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

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

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

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **طراحی آزمایش‌ها**		
عنوان درس (انگلیسی): **Design of Experiments**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۱	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۱۶

اهداف درس:

آشنایی با روش‌های طراحی و تحلیل آزمایش

رشد روزافزون فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای در واحدهای صنعتی، به‌کارگیری روش‌هایی جهت کاهش آزمایش‌های لازم و تسریع امر نتیجه‌گیری منطقی را ضروری ساخته است. در کارخانه‌ها نیز جهت افزایش بهره‌وری و بهینه‌سازی عملیات، می‌توان از این روش‌ها استفاده نمود. طراحی صحیح آزمایش‌ها علاوه بر کاهش هزینه‌ها، راه را برای دست‌یابی به نتایج قابل‌اطمینان هموار می‌کند. نکته قابل‌تأمل در این خصوص، تحلیل آسان‌تر و دقیق‌تر نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های طراحی شده است که ارزش آن کمتر از نحوه انجام آزمایش‌ها نیست. بااینکه روش‌های طراحی و تحلیل آزمایش‌ها متنوع‌اند؛ ولی وجود قسمت‌های مشترک زیاد، یادگیری آن‌ها را تا حد زیادی آسان کرده است.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

طراحی آزمایش در شرایط واقعی و تحلیل نتایج آن با به‌کارگیری روش‌های مختلف

سرفصل درس:

- مقدمه: آشنایی با عملیات اعداد و مفاهیم بنیادین آماری، لزوم طراحی آزمایش‌ها، تعاریف، شرایط لازم برای آزمایش مطلوب، تعیین تعداد آزمایش
- انواع روش انجام آزمایش
- طرح‌های بخشی (کسری) و کاربرد آن‌ها
- مبانی طرح‌های روش‌های پاسخ سطحی، تحلیل آزمایش‌های با روش پاسخ سطحی
- اختلاط و بلوک‌بندی در طرح‌های دوسطحی
- عناصر تصمیم‌گیری در طراحی آزمایش، تعیین سطح مخاطره، تعیین شاخص
- آزمایش‌های مقایسه‌ای ساده، تصمیم‌گیری میانگین و واریانس جمعیت‌ها
- معرفی کامل روش تاگوچی
- طراحی و تحلیل آزمایش‌های صنعتی

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان،

روش ارزیابی:

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

فهرست منابع:

منابع اصلی:

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

منابع فرعی:

Box, G. E. P.; Hunter, J. S. & Hunter, W. G. (2009).*Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery*, Wiley-Interscienc.

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

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **روش‌های نوین فراوری و تولید مواد**			
عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Methods in Materials Synthesis and Processing**			
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:

استفاده از مبانی، نوآوری‌ها و روش‌های مرسوم در حوزه‌ی سنتز، فراوری و تولید مواد در موضوعات پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

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

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

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

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

منابع مطالعاتی:

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

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **روش‌های آماری در فرایندهای مهندسی**		
عنوان درس (انگلیسی): **Statistical Methods in Engineering Processes**		
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 در فرایندهای مهندسی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

توانایی انجام تحلیل‌های آماری بر روی داده‌ها

سرفصل درس:

- تعریف علم آمار و مفاهیم بسیار مهم در آن
- جمع‌آوری داده و روش‌های مختلف آن (نمونه‌گیری تصادفی، سیستماتیک، خوشه‌ای و ...)
- آمار توصیفی (روش‌های مختلف ارائه داده‌های 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)
- مدل‌سازی آماری (رگرسیون خطی ساده و چندگانه)

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

فهرست منابع:

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

منابع مطالعاتی:

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **پدیده‌های انتقال پیشرفته**		
عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Transfer Phenomena**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اصول، قوانین و روابط پدیده‌های انتقال گرما، جرم و اندازه حرکت

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

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

سرفصل درس:

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

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

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

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

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

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

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

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

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

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: اصول فرایندهای پیرو متالورژی، اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی

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

اهداف درس:

پوشش دادن مباحث جدید در حوزه استخراج فلزات و سنتز و فراوری شیمیایی مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با مباحث پیشرو و نوین در حوزه استخراج فلزات و سنتز و فراوری شیمیایی مواد

سرفصل درس:

- مباحث پیشرو و نوین در حوزه استخراج فلزات شامل روش‌های پیرو متالورژی، هیدرو متالورژی 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:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **تولید و مصرف آهن اسفنجی**			
عنوان درس (انگلیسی): **Sponge Iron Production and Consumption**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐	ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: –
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با مباحث مربوط به تولید و مصرف آهن اسفنجی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

بهبود و افزایش مبانی تئوری و عملی تولید و مصرف آهن اسفنجی و مهارت افزایی در این زمینه.

سرفصل درس:

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

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

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰ عملکردی: به نظر استاد	به نظر استاد

فهرست منابع:

توحیدی، ناصر (۱۳۸۲). *احیای مستقیم: فناوری تولید آهن اسفنجی*، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **ملاحظات زیست‌محیطی و بازیافت مواد**

عنوان درس (انگلیسی): **Environmental Considerations and Materials Recycling**

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

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

اهداف درس:

- آشنایی با ضوابط و مقررات زیست‌محیطی حاکم بر صنعت
- آشنایی با تأثیرات زیست‌محیطی صنایع فراوری و استخراج فلزات
- آشنایی با نحوه کنترل آثار زیان‌بار پساب‌ها، گازها، گردوغبارهای منتشره و سایر دورریزهای جامد بر محیط‌زیست
- آشنایی با فرایندهای مرتبط با بازیافت فلزات از قراضه‌ها، باطله‌ها و محصولات جانبی صنایع

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آگاهی از جنبه‌های زیست‌محیطی صنعت و فرایندهای بازیافت فلزات از دورریزهای صنعتی و منابع ثانویه.

سرفصل درس:

- توسعه پایدار و محیط‌زیست
- قوانین و مقررات جهانی و داخلی در ارتباط با محیط‌زیست
- مخاطرات زیست‌محیطی عملیات استخراج فلزات
- آلاینده‌های گازی در صنایع متالورژی و روش‌های مقابله
- مدیریت مواد دورریز جامد، ضایعات به‌عنوان منابع ثانویه، بازیافت مواد از قراضه‌ها
- بازیافت مواد از گردوغبار و خاکستر کوره‌ها
- کاربرد سرباره‌ها و بازیافت مواد از آن‌ها
- کاربرد لجن‌ها (sludge) و بازیافت مواد از آن‌ها
- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) بر واحدهای متالورژی

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

Habashi, F. (1996). *Pollution Problems in the Mineral and Metallurgical Industries,* Metallurgie Extractive Quebec, Sainte-Foy, Quebec.

Veasey, T. J.; Wilson, R. J. & Squires, D. M. (1993).*The Physical Separation and Recovery of Metals from Waste*, Vol. 1, Gordon and Breach Science Publications.

Rao, S.R. (2006).*Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes*, Volume 7, Elsevier Science.

رشچی، فرشته؛ شیبانی، سعید و غفاری زاده، بهزاد (۱۳۸۸). *بازیافت در متالورژی، جلد اول: بازیافت فلزات از قراضه*، جهاد دانشگاهی واحد تهران.

رشچی، فرشته؛ شیبانی، سعید و غفاری زاده، بهزاد (۱۳۹۲). *بازیافت باطله‌ها و محصولات جانبی جامد*، جهاد دانشگاهی واحد تهران.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **مواد در کاربردهای انرژی**		
عنوان درس (انگلیسی): **Energy Materials**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با فعالیت‌های متخصصین مهندسی مواد در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آگاهی از نقش مهندسی مواد در توسعه حوزه‌های مختلف انرژی‌های تجدید پذیر.

سرفصل درس:

- اهمیت موضوع انرژی، انرژی‌های پاک و تجدید پذیر و فناوری‌های مرتبط، مواد مهندسی موردنیاز در این فناوری
- مواد پیشرفته در پیل‌های سوختی اکسید جامد و پلیمری، مواد با ساختارهای فلورایتی هدایت یونی، عیوب ساختاری، جای خالی و مکانیزم‌های افزایش هدایت یونی
- انتخاب دوپنت مناسب بر اساس والانس و شعاع یونی در ساختار فلورایتی، تغییر ساختار کریستالی و پایدارسازی، پیر شدن، مرز دانه، دوپینگ دوگانه، روش فراوری
- هدایت الکتریکی در ساختارهای فلورایتی و مکانیزم افزایش آن، هدایت یونی و الکتریکی به‌صورت همزمان
- مواد با ساختارهای پروسکایتی، قابلیت هدایت یون اکسیژن، تغییرات ساختار کریستالی و محاسبه ساختار پایدار، عیوب ساختاری، جای خالی و مکانیزم‌های افزایش هدایت یونی، انتخاب دوپنت مناسب، دوپینگ در مکان A و B، اهمیت لانتانم گالایت‌ها
- هدایت الکتریکی در ساختارهای پروسکایتی، مکانیزم افزایش هدایت الکتریکی، بررسی لانتانم منگنایت‌ها، تأثیر فشار جزئی هیدروژن، اکسیژن ترانسپورت، اکتیواسیون لانتانم منگنایت‌ها، سمی شدن لانتانم منگنایت‌ها، کاتالیست‌های هوشمند پروسکایتی
- پروسکایت‌های هادی پروتون، مکانیزم‌های هدایت پروتون، بررسی باریم زیرکونایت‌ها
- پلیمرهای هادی پروتون در دمای محیط، مکانیزم ایجاد و افزایش هدایت یونی، بررسی سولفونیتد فلورو پلیمرها
- نانومواد و نانو ساختارها در پیل‌های سوختی، مکانیزم‌های بهبوددهنده

- باتری‌های اولیه و ثانویه، باتری‌های لیتیمی، Lithium Intercalation در ساختارهای کربنی و ساختارهای لایه‌ای لیتیم کبالت، الکترولیت‌های لیتیمی و حلال‌ها، جداساز (separator) های پلیمری
- ذخیره‌سازی هیدروژن، خودروهای هیدروژنی، هیدریدهای فلزی، مواد کربنی، مکانیزم‌های ذخیره‌سازی
- تولید هیدروژن، غشاهای فلزی خالص‌سازی هیدروژن، مکانیزم تراوش هیدروژن، دیاگرام فازی پالادیم-هیدروژن، آلیاژهای پالادیم

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

Bruce, D. W.; O'Hare, D. & Walton, R. I. (editors), (2011). *Energy Materials*, Wiley.

Ishihara, T. (editor), (2009).*Perovskite Oxide for Solid Oxide Fuel Cells*, Springer, Boston.

Granger, P.; Parvulescu,V. I. & Prellier, W. (editors), (2016). *Perovskites and Related Mixed Oxides,* Wiley-VCH Verlag.

Yuan, X.; Liu, H. and Zhang, J. (editors), (2011).*Lithium-Ion Batteries: Advanced Materials and Technologies*, CRC Press.

Broom, D. P. (2011).*Hydrogen Storage Materials: The Characterisation of Their Storage Properties*, Springer.

Peinemann, K.V. & Nunes, S. P. (Editors), (2008). *Membranes for Energy Conversion,* Wiley-VCH Verlag.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **استخراج فلزات نادر**		
عنوان درس (انگلیسی): **Extraction of Rare Metals**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: –
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با فرایندهای استخراج تعدادی از فلزات نادر.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آگاهی از فرایندهای استخراج برخی از فلزات نادر.

سرفصل درس:

استخراج تیتانیم، تنگستن، مولیبدن، زیرکونیم، هافنیم، نایوبیم، تانتال، اورانیم، رنیم، ژرمانیم، سلنیم، تلوریم، پلاتینیم، پالادیم، آنتیموان، بیسموت.

روش یاددهی- یادگیری:

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

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

Habashi, F. (1998).*Handbook of Extractive Metallurgy*, Vol. 2 and 3, Wiley-VCH.

Neelameggham, N.; Alam, S.; Oosterhof, H.; Jha, A.; Dreisinger, D. and Wang, S. (editors), (2014). *Rare Metal Technology*, Wiley-TMS.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **سیستم‌های چند جزئی**		
عنوان درس (انگلیسی): **Multicomponent Systems**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☑ ندارد ☐	عنوان پیش‌نیاز: ترمودینامیک پیشرفته مواد
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آمادگی برای تجزیه‌وتحلیل دیاگرام‌های تعادل فازی برای سیستم‌های تک و چند جزئی در حوزه‌های پژوهشی و کاربردی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

استفاده از دیاگرام‌های تعادل فازی برای سیستم‌های تک و چند جزئی و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها جهت به‌کارگیری در حوزه‌های پژوهشی و کاربردی

سرفصل درس:

- انواع دیاگرام‌های فازی هم‌فشار، هم‌دما و با ترکیب شیمیایی ثابت
- سیستم‌های تک جزئی، معادله کلاپیرون و کلازیوس-کلاپیرون
- سیستم‌های دوجزئی در فشار ثابت، تحولات فازی محلول‌های جامد-مذاب، انحلال محدود در حالت جامد 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:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

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

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

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **اصول آنالیز حرارتی مواد**		
عنوان درس (انگلیسی): **Principles of Thermal Analysis of Materials**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اصول روش‌های آنالیز حرارتی مواد

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آگاهی از روش کار و مبانی آنالیز حرارتی مواد و تجزیه‌وتحلیل نتایج آن.

سرفصل درس:

- روش‌های آنالیز حرارتی، آنالیز حرارتی جرم سنجی افتراقی (Differential Thermogravimetry)، متغیرهای مؤثر روی این آزمایش، نحوه مطالعات سینتیکی فرایندها با این روش
- آنالیز حرارتی Differential Thermal Analysis (DTA) و Differential Scanning Calorimetry (DSC)، متغیرهای مؤثر در اخذ جواب مناسب از این روش، نحوه مطالعات سینتیکی با این روش
- روش‌های آنالیز حرارتی همزمان TG-DTA و TG-DSC
- روش‌های شناسایی و آنالیز گازها در دستگاه‌های آنالیز حرارتی:
- Evolved gas analysis (EGA) و Evolved gas detection (EGD)
- ترکیب روش‌های EGA و EDG با TG و DSC یا DTA
- روش‌های آنالیز حرارتی مکانیکی-حرارتی، Thermodilatometry (TDA)، Thermomechanical Analysis (TMA) و Dynamic Thermomechanometry (DMA)، سایر روش‌های آنالیز حرارتی و روش‌های کالریمتری در دمای ثابت

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

Brown, M. E. (2001). *Introduction to Thermal Analysis: Techniques and Applications*, 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers.

Gabbott, P. (2007). *Principles and Applications of Thermal Analysis*, Wiley-Blackwell.

Speyer, R. (1994). *Thermal Analysis of Materials,* Marcel Dekker INC.

Hatakeyama, T. & Zhenhai, L. (1999). *Handbook of Thermal Analysis*, Wiley.

Gaisford, S.; Kett, V. & Haines, P. (ediotors), (2016). *Principles of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2nd Edition, Royal Society of Chemistry.

Wendlandt, W. W. (1986). *Thermal Analysis*, 3rd Edition, Wiley-Interscience.

Cheng, S. Z. D. (2002). *Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry*, Elsevier Science.

Menczel, J. D. & Prime, R. B. (editors), (2009). *Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications*, Willy.

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:

- معرفی و 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)
- استفاده از روش‌های نوین حل معادلات حاکم شامل روش‌های قطعی (deterministic) و یا احتمالی (stochastic)
- معرفی روش‌های پیشرفته در به دست آوردن روابط تجربی که جهت تبیین فرایندهای مهندسی مواد کارا باشد.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

شناخت اصول مدل‌سازی ریاضی فرایندهای مهندسی مواد و حل معادلات حاکم بر آن‌ها را 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، گسسته سازی زمان، خطاهای عددی روش اختلاف محدود، روش اویلر، روش پیش‌بین-اصلاحگر، روش کرانک-نیکولسون، روش رونگه کوتا
- روش اجزاء محدود: معرفی و مبانی، مبانی گسسته سازی و روش‌های پایداری، روش تغییراتی ریتز
- شبیه‌سازی مونت‌کارلو: معرفی و مبانی، سیر تاریخی، اعداد تصادفی و شبیه‌سازی گام تصادفی (random walk)، نمونه‌گیری ساده و نمونه‌گیری بر پایه اهمیت، روش مونت‌کارلو 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:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

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

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

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

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

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **طرح و کنترل فرایندهای مواد**		
عنوان درس (انگلیسی): **Design and Control of Materials Processes**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: –
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

طراحی یک فرایند مهندسی مواد به گونه‌ای که از جنبه‌های مختلف شرایط بهینه حاصل شود و در عمل نیز ممکن و قابل‌اجرا باشد.

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

توانایی طراحی فرایندهای بهینه و قابل‌اجرا در مهندسی مواد.

سرفصل درس:

- طراحی فرایندهای مواد برای حالت ثبات
- کاربرد اصول بهینه‌سازی در فرایندهای مختلف
- کنترل فرایندها در حالت ثبات
- طراحی کنترل‌کننده‌ها و المان‌های کنترل نهایی از نوع مناسب
- مدل‌سازی دینامیک برای سیستم‌های چند متغیره
- کاربرد مدل‌های تقریبی برای سیستم‌های دینامیک
- جواب گذاری سیستم‌های کنترل
- خطی کردن مدل‌های غیرخطی
- تحلیل شرایط پایداری و ناپایداری سیستم‌ها
- کنترل سیستم‌ها به کمک رایانه

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

Coughanowr, D. R. & LeBlanc, S. E. (2013).*Process Systems Analysis and Control*, 3rd Edition, MC Graw Hill India.

Seborg, D. E.; Edgar, T. F.; Mellichamp, D. A. & Doyle III , F. J. (2010).*Process Dynamics and Control*, 4th Edition, Willy.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **ملاحظات فنی و اقتصادی فرایندهای مواد**		
عنوان درس (انگلیسی): **Technical and Economic Considerations for Materials Processes**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

ایجاد ذهنیت اقتصادی در دانشجویان جهت تولید مواد مهندسی و فعالیت‌های شغلی مرتبط با آن

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آگاهی از ملاحظات اقتصادی در تصمیم‌گیری‌ها و فعالیت‌های شغلی مرتبط با فرایندهای مواد.

سرفصل درس:

- مروری بر اقتصاد مهندسی، ارزش زمانی پول، نرخ برگشت سرمایه، ارزش فعلی تجهیزات، ارزش آینده تجهیزات، تورم، اثر تورم در بررسی‌های اقتصادی، طبقه‌بندی هزینه‌های تولید، تجزیه‌وتحلیل نقطه سربه‌سر تولید و ...
- تجزیه‌وتحلیل قیمت تمام‌شده مواد اولیه و محصولات فرایند تولید
- بررسی فنی و اقتصادی روش‌های تولید مواد و مقایسه آن‌ها با یکدیگر (ازنظر کمیت و کیفیت مواد اولیه، انرژی موردنیاز، کیفیت محصولات تولیدی، قیمت تمام‌شده محصولات، سرمایه در گردش موردنیاز، سرمایه ثابت موردنیاز، حداقل و حداکثر ظرفیت ممکن، آلودگی محیط‌زیست، کمیت و کیفیت نیروهای انسانی موردنیاز و ...)
- تهیه ترازنامه مالی، بیلان مواد اولیه و جنسی، محاسبه سود و زیان، محاسن فنی و اقتصادی جایگزینی یک نوع انرژی با نوعی دیگر در فرایند تولید مواد با توجه به عوامل طبیعی موجود
- اصول فنی و اقتصادی که باید در ارائه طرح تأسیس یک کارخانه تولید مواد در نظر گرفته شود

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

Grant, E. L.; Ireson, W. G. & Leavenworth, R. S. (1990).*Principles of Engineering Economy*, 8th Edition, Wiley.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **ریاضیات پیشرفته مهندسی**		
عنوان درس (انگلیسی): **Advanced Engineering Mathematics**		
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: دارد ☐ ندارد ☑	عنوان پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری	تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با کاربردهای ریاضیات پیشرفته در مهندسی جهت استفاده از آن‌ها در حل مسائل علمی و پژوهشی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آگاهی از کاربردهای ریاضیات در مهندسی، تحلیل مسائل و استفاده از آن در پدیده‌های مهندسی و صنعتی.

سرفصل درس:

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

روش یاددهی- یادگیری:

روش توضیحی، مباحثه و گفتگو با دانشجویان، طرح و حل مسائل

دبیرخانه برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۴۰	به نظر استاد	نوشتاری: ٪۶۰	به نظر استاد
		عملکردی: به نظر استاد	

فهرست منابع:

Ghahramani, S. (2015).*Fundamental of Probability: With Stochastic Processes*. 3rd Edition, Chapman and Hall/CRC, Florida.

Itskov, M. (2015).*Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers: With Applications to Continuum Mechanics*, 4th Edition, Springer.

Kreyszig, E. (2011).*Advanced Engineering Mathematics*, 10th Edition, Willy.

فصل چهارم

جدول ترم بندی دروس

ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	ترمودینامیک پیشرفته‌ی مواد	۲	–	۲
۲	مشخصه‌یابی پیشرفته‌ی مواد	۲	–	۲
۳	سینتیک پیشرفته‌ی مواد	۲	–	۲
۴	اصول فرایندهای پیرو متالورژی	۲	–	۲
۵	اصول فرایندهای هیدرو و الکترومتالورژی	۲	–	۲
جمع کل		**۱۰**	**–**	**۱۰**

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	درس اختیاری	–	۱	۱
۲	درس اختیاری	–	۱	۱
۳	درس اختیاری	۲	–	۲
۴	درس اختیاری	۲	–	۲
۵	درس اختیاری	۲	–	۲
۶	درس اختیاری	۲	–	۲
۷	سمینار	۲	–	۲
جمع کل		**۱۰**	**۲**	**۱۲**

ترم سوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	درس اختیاری	۲	–	۲
۲	درس اختیاری	۲	–	۲
۳	پایان‌نامه	–	۶	۶
جمع کل		**۴**	**۶**	**۱۰**

ترم چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	پایان‌نامه	–	۶	۶
جمع کل		**–**	**۶**	**۶**