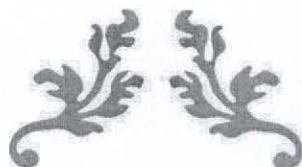




جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



برنامه درسی رشته

مهندسی مواد

Materials Engineering

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



گرایش

دیخته گری Casting

گروه فنی و مهندسی

پیشادای دانشگاه علم و صنعت ایران



بیت

نام رشته: مهندسی مواد

عنوان گرایش: ریخته گری

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

زیرگروه تحصیلی: مهندسی متالورژی و مواد

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: دانشگاه علم و صنعت ایران

تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۱۰/۱۱

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی مواد گرایش ریخته گری، در جلسه شماره ۱۷۰ تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۱۱ کمیسیون برنامه ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد: ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته مهندسی مواد گرایش ریخته گری مصوب جلسه ۳۹۷ تاریخ ۱۳۷۹/۰۴/۱۹ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی می شود.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

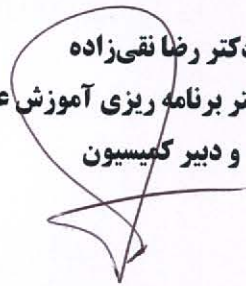
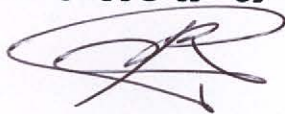
دکتر رضا نقی زاده

مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

و دبیر کمیسیون

دکتر قاسم عمو عابدینی

معاون آموزشی و رئیس کمیسیون





جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

دانشگاه ها / موسسه های همکار



برنامه ریزی رشته

مهندسی مواد گرایش ریخته گری

MATERIALS ENGINEERING- CASTING FIELD OF STUDY

مقطع کارشناسی ارشد

تهیه کنندگان:

دکتر سید محمد علی بوترابی

دکتر سعید شبستری

دکتر حسن ثقفیان

دکتر مهدی دیواندري

دکتر سید حسین رضوی

دکتر ساسان یزدانی و شورای دانشکده مهندسی مواد

دکتر مهدی ملکان

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی سهند، دانشکده مهندسی مواد

عضو هیات علمی دانشگاه تهران و رئیس دانشکده مواد و متالورژی، دانشکده فنی

تهران

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دکتر مجید عباسی



جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	پدیده‌های انتقال پیشرفته	بازنگری محتوا، بازنگری مراجع
۲.	ریخته‌گری پیشرفته	بازنگری مراجع
۳.	فرآیند انجماد پیشرفته	بازنگری مراجع
۴.	کامپوزیت‌های ریخته‌گری	تغییر نام به «کامپوزیت‌های زمینه فلزی ریختگی»، بازنگری محتوا، بازنگری مراجع
۵.	سینتیک پیشرفته مواد	حذف
۶.	نفوذ در جامدات	حذف
۷.	نفوذ و سینتیک پیشرفته	تلفیق دروس سینتیک پیشرفته مواد و نفوذ در جامدات، بازنگری در محتوا
۸.	متالورژی سطح پیشرفته	تغییر عنوان به متالورژی سطوح پیشرفته و بازنگری محتوا
۹.	متالورژی پودر پیشرفته	حذف
۱۰.	طراحی مهندسی در ریخته‌گری	حذف
۱۱.	شبیه‌سازی فرآیندهای ریخته‌گری و انجماد	حذف
۱۲.	متالورژی پودر تزریقی	حذف
۱۳.	مهندسی سطح پیشرفته	حذف
۱۴.	آلیاژهای نوین ریختگی	اضافه
۱۵.	مطالب ویژه در ریخته‌گری و انجماد	بازنگری محتوا، بازنگری مراجع
۱۶.	روش تحقیق در مهندسی مواد	اضافه
۱۷.	مدیریت در کارخانجات ریخته‌گری	اضافه
۱۸.	روش‌های بازرسی در ریخته‌گری	اضافه
۱۹.	طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری	اضافه
۲۰.	اصول آنالیز حرارتی مواد	اضافه
۲۱.	تغییر حالت‌های متالورژیکی	تغییر وضعیت از اجباری به اختیاری
۲۲.		
۲۳.		
۲۴.		
۲۵.		
۲۶.		
۲۷.		
۲۸.		
۲۹.		
۳۰.		
۳۱.		
۳۲.		



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



توسعه علم و فناوری مهندسی مواد یکی از شاخص‌های میزان پیشرفت هر کشور محسوب می‌شود. مهندسی مواد فلزی در این بین نقش پررنگی دارد. با پیشرفت روزافزون مهندسی مواد فلزی، روش‌هایی نوین برای تولید فلزات و قطعات فلزی معرفی شده است. اما به دلایل اقتصادی و متالورژیکی هیچ روشی را نمی‌توان جایگزین ریخته‌گری کرد. ریخته‌گری یکی از قدیمی‌ترین روش‌های تولید قطعات فلزی است. با این حال به دلیل وجود پارامترهای متعدد در فرآیند ریخته‌گری، همیشه عیوب و نواقصی در قطعات تولیدی وجود دارد. برای کاهش این عیوب نیاز به شناخت بیشتر متغیرهای این روش و پیچیدگی‌های آن است. این مسئله باعث ایجاد رشته‌ای به نام مهندسی ریخته‌گری شده است.

رشته مهندسی ریخته‌گری با مسائلی از قبیل مواد شارژ و انتخاب مواد اولیه مناسب، استفاده از روش‌های متنوع و متفاوت قالب‌گیری، استفاده از روش‌های متنوع ذوب، بارریزی، پدیده‌های مرتبط با حرکت مذاب درون قالب، طراحی سیستم‌راهگاهی و تغذیه‌گذاری، طراحی قالب، فرآیندهای انجماد فلزات و تغییر حالت‌های مرتبط با آن و تغییر وضعیت‌های حالت جامد سرو کار دارد. با فراگیری موارد فوق در رشته مهندسی ریخته‌گری می‌توان با تجزیه و تحلیل، عیوب را برطرف و یک سیستم تولید را به سمت تولید ناب هدایت کرد.

فارغ التحصیلان این رشته در سطوح مختلف می‌توانند در دانشگاه‌ها، شرکت‌ها یا کارخانجات ریخته‌گری از قبیل صنایع ریخته‌گری ایران‌خودرو، مالییل سایپا، ریخته‌گری تراکتورسازی تبریز، ماشین‌سازی تبریز، ماشین‌سازی اراک، پرلیت ایران، کلیه صنایع شمش ریزی، و صدها شرکت دیگر مشغول به کار شوند.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

به‌طور کلی در این گرایش دو عنوان به صورت مفصل بحث می‌شود. اینکه مذاب کیفی تولید شده را چگونه می‌توان وارد محفظه قالب کرد و دیگر اینکه مذاب در حال انجماد در قالب را چگونه می‌توان به صورت سالم و بدون عیب تولید کرد. کلیه پارامترهای حاکم در مذاب، نحوه حمل و نقل، ریختن و جریان مذاب در سیستم راهگاهی مورد بحث قرار می‌گیرد. با رعایت قواعد جدید، از ظهور ضایعات، ناشی از جریان مذاب جلوگیری می‌شود. همچنین چگونگی نجات قطعه در حال انجماد، در ممانعت از ظهور حفرات انقباضی و سایر عیوب بحث می‌شود. هدف اصلی از بازنگری در این گرایش وارد کردن المان‌ها و نظریات جدید به سر فصل‌های درس است.

پ) ضرورت و اهمیت

اهمیت گرایش ریخته‌گری در این است که کلیه فرآیندهای متالورژیکی از قبیل روزرنانی (Extrusion)، نورد، پتک‌کاری (Forging)، فشارکاری (Pressing) و ماشین‌کاری وابسته به وجود شمش اولیه عاری از عیوب متالورژیکی است. در سه دهه اخیر دیدگاه‌های جدیدی در خصوص چگونگی پرکردن محفظه قالب از مذاب " How to Fill a Cavity " و چگونگی نجات قطعه ریختگی در حال انجماد " How To Feed a Solidifying



"Casting" مطرح شده است که ورود این نظریات به کارخانجات صنعتی سبب کاهش چشم‌گیر ضایعات می‌شود. بازنگری در دروس قدیمی سبب ظهور و ورود ترمینولوژی‌های جدید در صنایع ذوب و ریخته‌گری خواهد شد.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱) - توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس پایه	-
دروس تخصصی	۱۲
دروس اختیاری	۱۲
سمینار	۲
رساله / پایان‌نامه	۶
جمع	۳۲

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
امکان طراحی مذاب سالم	ترمودینامیک پیشرفته
امکان طراحی سیستم راهگامی با ضمانت تولید قطعه سالم	ریخته‌گری پیشرفته، طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد
امکان طراحی سیستم تغذیه رسانی مناسب	ریخته‌گری پیشرفته، طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد
امکان پیش‌بینی ساختار و خواص مکانیکی قطعه ریختگی	فرآیندهای انجماد پیشرفته، طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد
تولید آلیاژهای جدید	آلیاژهای نوین ریختگی
ابداع و تکامل روش‌های ریخته‌گری بر مبنای استانداردهای بین‌المللی کیفیت	ریخته‌گری پیشرفته، طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد
افزایش بهره‌وری واحدهای صنعتی ریخته‌گری در کشور	ریخته‌گری پیشرفته، طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد، مدیریت در کارخانجات ریخته‌گری، بررسی فنی و اقتصادی در ریخته‌گری
برنامه‌ریزی و زمینه‌سازی جهت انتقال تکنولوژی پیشرفته ریخته‌گری به کشور	ریخته‌گری پیشرفته، فرآیندهای انجماد پیشرفته، ترمودینامیک پیشرفته
بررسی علل ایجاد عیوب در قطعات ریخته‌گری و ارائه راههای مناسب برای رفع آنها	ریخته‌گری پیشرفته، مطالب ویژه در ریخته‌گری و انجماد



کارشناسی ارشد مهندسی مواد گرایش ریخته‌گری / ۶

انجماد پیشرفته، ریخته‌گری پیشرفته	تشکیل، هدایت و ارتقا سطح علمی فنی آزمایشگاه‌های ریخته‌گری در صنایع و مراکز آموزشی و پژوهشی
طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد، آلیاژهای نوین ریختگی، کامپوزیت‌های زمینه فلزی ریختگی	طراحی و برنامه ریزی ذوب و ریخته‌گری آلیاژهای پیشرفته و جدید مهندسی
ریخته‌گری پیشرفته، طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد، بررسی فنی و اقتصادی در ریخته‌گری، مدیریت در کارخانجات ریخته‌گری	طراحی واحدهای صنعتی ریخته‌گری
طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد	طراحی و محاسبات سیستم راهگامی و تغذیه گذاری برای تولید قطعات ریخته‌گری بر مبنای اصول علمی جدید
دروس مرتبط	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی
مدیریت در کارخانجات ریخته‌گری، بررسی فنی و اقتصادی در ریخته‌گری	مدیریت کارخانجات ریخته‌گری
طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد، ریخته‌گری پیشرفته	ترویج استفاده از کامپیوتر در مراکز علمی، پژوهشی و صنعتی کشور فعال در زمینه ریخته‌گری، طراحی قطعات ریخته‌گری و انتخاب مواد و روش‌های ریخته‌گری مناسب برای تولید آنها
ریخته‌گری پیشرفته، بررسی‌های فنی و اقتصادی در ریخته‌گری، روش‌های بازرسی در ریخته‌گری	برنامه ریزی در جهت تقویت سطح علمی واحدهای صنعتی ریخته‌گری در کشور
ریخته‌گری پیشرفته، مدیریت در کارخانجات ریخته‌گری، بررسی‌های فنی و اقتصادی در ریخته‌گری، روش‌های پژوهش در مهندسی مواد	تشکیل و ارتقا سطح واحدهای خدمات مهندسی و مراکز تحقیقاتی ریخته‌گری
ریخته‌گری پیشرفته، بررسی‌های فنی و اقتصادی در ریخته‌گری، روش‌های بازرسی در ریخته‌گری، روش‌های پژوهش در مهندسی مواد	انجام فعالیت‌های آموزشی و تحقیقاتی در مراکز آموزش عالی و موسسات تحقیقاتی کشور تشکیل و هدایت واحدهای تحقیق و توسعه در صنایع ریخته‌گری
مدیریت در کارخانجات ریخته‌گری، بررسی‌های فنی و اقتصادی در ریخته‌گری	ترویج استفاده از دانش و فن رباتیک در صنایع ریخته‌گری به منظور افزایش اتوماسیون و مکانیزاسیون در جهت ارتقاء و بهره‌وری واحدهای تولیدی

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

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

تبصره: دانشجویانی که رشته مقطع قبلی آنان با این رشته غیرمرتبط می‌باشد تا ۱۲ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته را در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه‌هاست و می‌بایست شامل دروسی باشد که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر بگیرد. تعداد واحدهای جبرانی نیز به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه و بر مبنای میزان ارتباط رشته با رشته دوره قبلی

دانشجو است.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۱) - عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی مهندسی مواد - گرایش ریخته‌گری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	طراحی قالب	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۲.	ریخته‌گری ۲	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-

جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی مهندسی مواد - گرایش ریخته‌گری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	پدیده‌های انتقال پیشرفته	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۲.	ریخته‌گری پیشرفته	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۳.	فرآیندهای انجماد پیشرفته	۳	۳	-	-	۴۸	-	-	-
۴.	ترمودینامیک پیشرفته	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۵.	روش‌های پیشرفته مطالعه مواد	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۶.	آزمایشگاه روش‌های پیشرفته مطالعه مواد	۱	-	۱	-	-	۳۲	-	روش‌های پیشرفته مطالعه مواد



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری مهندسی مواد - گرایش ریخته‌گری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	تغییر حالت‌های متالورژیکی	۲	۲	-	-	۳۲	-	ترمودینامیک پیشرفته	
۲.	آلیاژهای نوین ریختگی	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	
۳.	مطالب ویژه در ریخته‌گری و انجماد	۲	۲	-	-	۳۲	-	ریخته‌گری پیشرفته	
۴.	طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد	۳	۲	۱	-	۳۲	۳۲	ریخته‌گری پیشرفته	
۵.	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۳	-	-	۴۸	-	-	
۶.	کامپوزیت‌های زمینه فلزی ریختگی	۲	۲	-	-	۳۲	-	فرایندهای انجماد پیشرفته	
۷.	اصول آنالیز حرارتی مواد	۲	۲	-	-	-	-	-	
۸.	متالورژی سطوح پیشرفته	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	
۹.	نفوذ و سینتیک پیشرفته	۳	۳	-	-	۴۸	-	خواص فیزیکی مواد ۲	
۱۰.	مدیریت در کارخانجات ریخته‌گری	۳	۳	-	-	۴۸	-	ریخته‌گری پیشرفته	
۱۱.	روش‌های بازرسی در ریخته‌گری	۲	۲	-	-	۳۲	-	ریخته‌گری پیشرفته	
۱۲.	بررسی‌های فنی و اقتصادی در ریخته‌گری	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	
۱۳.	شمش ریزی	۲	۲	-	-	۳۲	-	فرایندهای انجماد پیشرفته	
۱۴.	خطاهای اندازه‌گیری تحقیقات در تحقیق مواد	۱	۱	-	-	۱۶	-	-	



کارشناسی ارشد مهندسی مواد گرایش ریخته‌گری / ۱۰

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱۵.	روش‌های پژوهش در مهندسی مواد	۱	۱	-	-	۱۶	-	-	



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



عنوان درس به فارسی: پدیده‌های انتقال پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Transport Phenomena	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☒	عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
اختیاری ☐	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با مکانیک سیالات
- آشنایی با انتقال حرارت

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با پدیده‌های انتقال مرتبط با ریخته‌گری
۲. آشنایی با نحوه انتقال ذوب به قالب در سیستم‌های ریخته‌گری صنعتی
۳. آشنایی با فیزیک حرکت مذاب درون قالب
۴. آشنایی با تاثیر جنس و فیزیک قالب بر فرآیند انجماد

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: تقسیم بندی سطوح مطالعه پدیده‌های انتقال (ماکروسکوپی، میکروسکوپی و مولکولی)

۲. بخش اول انتقال ممتوم

سیال، ویسکوزیته، ویسکوزیته گازها، مایعات، فلزات و آلیاژهای مذاب، سرباره‌های متالورژیکی، تخمین تئوری ویسکوزیته مخلوط گازها و سرباره‌های متالورژیکی

سیالات نیوتنی و غیرنیوتنی، جریان آرام و جریان آشفته

روابط انتگرالی انتقال ممتوم، معادلات دیفرانسیلی انتقال ممتوم در جریان آرام سیال

بدست آوردن معادلات دیفرانسیلی انتقال ممتوم با موازنه پوسته‌ای

بدست آوردن معادلات کلی انتقال ممتوم (معادلات پیوستگی و معادلات تغییر) در سیستم‌های تخت، استوانه‌ای و کروی (اثبات معادلات نویر استوکس)

حل مثال‌هایی از کاربرد معادلات نویر استوکس برای سیستم‌های منتخب و بدست آوردن توزیع سرعت، شار ممتوم

بررسی جریان خزنده سیال در اطراف اجسام کروی شکل، محاسبه نیروهای وارده به جامد از طرف سیال، اثبات قانون استوکس و مثال‌هایی از کاربرد آن

جریان آشفته سیال، فاکتور اصطکاک

موازنه انرژی در حرکت سیال، محاسبات مربوط به جریان سیال در داخل کانال‌ها و لوله‌ها و محاسبات افت فشار (افت اصلی و افت‌های جزئی)، مثال‌هایی از پر شدن قالب، تخلیه پاتیل، جریان سیال در سیستم‌های راهگاهی

۳. بخش دوم انتقال حرارت

مکانیزم‌های انتقال حرارت: هدایت حرارتی، هدایت حرارتی در حالت ثابت و حالت گذرا

بدست آوردن معادلات هدایت حرارتی در حالت گذرا با موازنه پوسته‌ای، بدست آوردن معادلات هدایت حرارتی در حالت گذرا در حالت

حالت سه بعدی



حل معادلات هدایت حرارتی برای بدست آوردن توزیع دمایی و محاسبه دبی حرارتی در حالت‌های یک بعدی و دو بعدی با شرایط مرزی متفاوت، حل عددی معادلات هدایت در حالت گذرا در مسایل یک و دو بعدی

انتقال حرارت جابجایی، بدست آوردن معادلات انتقال حرارت جابجایی در حالت گذرا برای جریان آرام سیال (جابجایی اجباری و جابجایی طبیعی) برای سیستم‌های تخت،

حل مثال‌هایی از انتقال حرارت جابجایی در حالت گذرا

معرفی مفهوم ضریب انتقال حرارت جابجایی و بیان نتایج حل معادلات دیفرانسیل جابجایی بر حسب اعداد بدون بعد، روشهای تجربی بدست آوردن ضریب جابجایی بر اساس اعداد بدون بعد

۴. بخش سوم انتقال جرم

بدست آوردن معادلات انتقال جرم جابجایی در حالت گذرا برای جریان آرام سیال (جابجایی اجباری و جابجایی طبیعی) برای سیستم‌های تخت

حل مثال‌هایی از انتقال جرم جابجایی در حالت گذرا

معرفی مفهوم ضریب انتقال جرم جابجایی و بیان نتایج حل معادلات دیفرانسیل جابجایی بر حسب اعداد بدون بعد، روشهای تجربی بدست آوردن ضریب جابجایی بر اساس اعداد بدون بعد

۵. بخش چهارم

آنالیز ابعادی، معیار تشابه، آشنایی با نرم افزارهای Ansys، Fluent و انجام تکالیف کامپیوتری با این نرم افزارها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعریف پروژه‌های درسی کاربردی در پدیده‌های انتقال
- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشهادی):

- | | |
|--|---------|
| انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۴۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. R. Poirier and G. H. Geiger, Transport phenomena in materials processing, 2016.
2. R.B. Bird, Stewart, W.E. and Lightfoot, Transport Phenomena, Wiley, New York, 1960.
3. S. Kou, Transport Phenomena and Materials Processing, Wiley, 1996.
4. W. J. Yang, Mochizuki, S. & Nishiwaki, N. Transport Phenomena in Manufacturing and Materials Processing, Elsevier, 1994.
5. D. R. Gaskell, An Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering, Macmillan Publishing Company, 1992.
6. R. W. Fox, Philip J. Pritchard and A. T. McDonald, Introduction to fluid mechanics, , 2008.
7. J. Szekely and N. J. Themelis, Rate phenomena in process Metallurgy, John Wiley & Sons, 1971.



عنوان درس به فارسی: ریخته‌گری پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Casting	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش‌نیاز: -	
تخصصی ☒	عملی ☐	دروس هم‌نیاز: -	
اختیاری ☐	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با مبانی متالورژیکی روش‌های پیشرفته ریخته‌گری

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با تجهیزات مورد استفاده در روش‌های پیشرفته ریخته‌گری
۲. شناخت عیوب مرتبط با روش‌های پیشرفته ریخته‌گری
۳. شناخت مزایا و معایب روش‌های پیشرفته ریخته‌گری
۴. مقایسه روش‌های پیشرفته ریخته‌گری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. ریخته‌گری در قالب ریژه (قالب دائم)، شامل کلیات، مزایا و محدودیت‌ها، آلیاژهای مناسب، ماشین‌ها، ماهیچه‌ها، جنس قالب، پوشش قالب، دمای قالب، ذوب ریزی، خارج کردن قطعه از قالب، عیوب
۲. ریخته‌گری تحت فشار شامل معرفی، مزایا و محدودیت‌ها، ماشین‌ها، انتخاب دستگاه دایکاست، تجهیزات جنبی، قالب‌ها، انواع قالب، جنس و طراحی قالب، سیستم راهگامی، دمای قالب، پرداخت قالب، فرسایش قالب، سرعت و فشار تزریق، انتقال مذاب از کوره نگهدارنده به محفظه تزریق، روانکاری قالب، زمان - تناوب ریخته‌گری، عیوب حاصل در ریخته‌گری تحت فشار
۳. ریخته‌گری گریز از مرکز حقیقی، شامل کلیات، آلیاژهای مناسب، شرح روش، انواع روش‌ها، ماشین‌های گریز از مرکز حقیقی، تکنولوژی ریخته‌گری گریز از مرکز حقیقی، خنک کردن قالب‌ها، دما و روش بارریزی، سرعت چرخش قالب، انجماد قطعات، مزایا و محدودیت‌ها، عیوب
۴. ریخته‌گری کوبشی (فشاری) شامل کلیات، مراحل انجام فرآیند، پارامترهای فرآیند، جنس قالب و روانکاری آن، انجماد و ساختار قطعات ریخته‌گری، نوع قطعات مناسب، عیوب قطعات تولیدی، مزایا و محدودیت‌ها، مقایسه ریخته‌گری کوبشی با روش‌های ریخته‌گری تحت فشار، ماسه‌ای و آهنگری
۵. روش‌های ریخته‌گری ضد جاذبه شامل کلیات، بارریزی از پایین به بالا، روش‌های ضد جاذبه در قالب‌های فلزی شامل با فشار پایین و با فشار متوسط، روش‌های ضد جاذبه در قالب‌های ماسه‌ای شامل نیروی مغناطیسی، نیروی خلأ و فشار مثبت
۶. ریخته‌گری تک بلور با انجماد جهت‌دار شامل کلیات، تعریف و خواص تک بلورها، ریخته‌گری با انجماد جهت‌دار، ریخته‌گری صنعتی تک بلور، روش‌های تهیه تک بلورها: چال‌موز، بومین و چکوالسکی، مسائل تهیه تک کریستال‌ها
۷. ریخته‌گری مداوم شامل کلیات، انواع مقاطع، پاتیل‌ها، تاریخچه تحولات، اجزاء عمومی، دسته‌بندی روش‌ها، مداوم ریزی در قالب‌های متحرک و دوار، اشاره‌ای به مداوم ریزی در قالب‌های ساکن باز و بسته، مداوم ریزی بدون قالب
۸. معرفی ۱۰ قانون ریخته‌گری پروفیسور کمبل و تئوری سرعت بحرانی جهت بهبود خواص مکانیکی و کاهش عیوب در ریخته‌گری، معرفی اکسیدهای دولاویه و تاثیر مخرب آن بر خواص مکانیکی آلیاژهای آلومینیومی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- معرفی پروژه‌های درسی کاربردی مرتبط با روش‌های نوین ریخته‌گری



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. Campbell, *Complete Casting Handbook: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design: Second Edition*. Complete Casting Handbook: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design: Second Edition, 2015.
2. J. Campbell, *Castings Practice: The Ten Rules of Castings*, Elsevier Science, 2004.
3. P. Beeley, *Foundry Technology*, Butterworth-Heinemann, 2001.
4. T. R. Rao, *Metal Casting: Principles and Practice*. New Age International (P)Ltd, 1996.
5. T. R. Vijayaram, *Advanced Casting Technologies*, IntechOpen, 2018.



عنوان درس به فارسی: فرآیندهای انجماد پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Solidification Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	تخصصی ☒ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری-عملی ☐ اختیاری ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با مبانی انجماد فلزات
- آموزش مطالب تکمیلی به دانشجویان در خصوص اصول و مبانی علمی انجماد فلزات و چگونگی تاثیر این موارد بر ریز ساختار و خواص قطعات ریختگی

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ترمو دینامیک و سینتیک انجماد فلزات خالص
۲. آشنایی با ترمو دینامیک و سینتیک انجماد آلیاژهای دو فازی
۳. آشنایی با ترمو دینامیک و سینتیک انجماد آلیاژهای چند فازی
۴. آشنایی با انواع فصل مشترک‌های جامد-مذاب

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر فرآیند انجماد و اهمیت آن؛ کاربرد انجماد در فرایندهای مختلفی مهندسی مواد؛ اصول فیزیکی حاکم در پدیده انجماد
۲. ساختار مایعات در مقایسه با ساختار گازها و جامدات کریستالی
۳. ترمودینامیک انجماد؛ شامل یادآوری و تکمیل مطالب در خصوص انرژی آزاد گیبس؛ تعادل ترمودینامیکی پایدار و شبه پایدار، نیرو محرکه انجماد تحت تبرید سینتیک؛ اثر عوامل مختلف از قبیل شعاع جبهه انجماد؛ فشار؛ ترکیب درصد عناصر آلیاژی بر میزان تحت تبرید. ترمودینامیکی
۴. جوانه زنی همگن و غیرهمگن و در مورد هر کدام از آنها: محاسبه شعاع بحرانی تخمک برای جوانه زنی، سد انرژی جوانه زنی، سرعت جوانه زنی؛ جوانه زنی دینامیکی، انواع جوانه زها و خصوصیات آنها
۵. رشد؛ انواع فصل مشترک جامد/ مایع؛ مکانیزم‌های رشد شامل رشد پیوسته؛ رشد دیسکی؛ رشد نابجایی‌های پیچی و رشد روی دوقلولی‌ها و معرفی روابط مربوط به چگونگی محاسبه سرعت رشد در هر مورد
۶. انجماد با جبهه مسطح در آلیاژهای تکفازی و معرفی و محاسبه روابط حاکم بر آنها شامل انجماد تعادلی و انواع انجماد غیر تعادلی با در نظر گرفتن میزان اختلاط در مذاب در حال انجماد و چگونگی توزیع عنصر آلیاژی در مذاب و در جامد و روابط گالیور شیل و توضیح تکنیک‌های مختلف جهت این نوع انجماد و رشد تک بلورها و کاربردهای عملی این نوع انجماد از جمله روش ذوب منطقه ای
۷. تحت تبرید غلظتی، شرایط پایداری جبهه انجماد مسطح برای ساخت تک بلورها، چگونگی تشکیل ساختار سلولی بررسی پروفیل غلظت در مقطع سلول‌های انجماد دندریتی؛ شرایط تحول سلولی به دندریتی ارتباط بین سرعت سرمایش و فاصله بازوهای دندریتی، درشت شدن ساختار در حین انجماد (Coarsening)
۸. انجماد با جبهه مسطح در آلیاژهای یوتکتیکی، کامپوزیت‌های درجا شامل ساختارهای لایه ای و میله ای و شرایط تشکیل هر کدام از آنها؛ شبه یوتکتیک‌های لایه ای و میله ای

۹. جدایش ریز و جدایش درشت، انواع، علت ایجاد و راه‌های جلوگیری با کاهش اثرات مخرب هر کدام از آنها
۱۰. ساختار قطعات ریختگی؛ دانه‌های ستونی و محوری و مکانیزم‌ها تئوری‌ها و عوامل موثر در پیدایش آنها



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعریف پروژه‌های درسی کاربردی مرتبط با فرآیندهای انجماد و انجماد آلیاژهای چند فاز
- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Flemings, M. C. *Solidification Processing*. (McGraw-Hill, 1974)..
2. W. Kurz, & Fisher, D. J. *Fundamentals of Solidification*. (1998).
3. J. Dantzig, & Rappaz, M. *Solidification*. EPFL Press (2009).
4. D. Stefanescu, *Science and engineering of casting solidification*. Springer (Springer, 2015).
5. M. E. Glicksman, *Principles of solidification: An introduction to modern casting and crystal growth concepts*, (Springer, 2011).



عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Thermodynamics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☒	عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
اختیاری ☐	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- مروری بر ترمودینامیک محلول‌ها
- آشنایی با ترمودینامیک آماری
- مروری بر الکتروشیمی

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ترمودینامیک آماری
۲. شناخت اکتیویته و روش‌های تعیین آن با استفاده پیل‌های تشکیل و غلظتی
۳. تعریف حالت استاندارد و نحوه تغییر دادن حالت استاندارد

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مروری بر ترمودینامیک مواد: روابط بین توابع ترمودینامیکی، ترمودینامیک محلول‌ها، محاسبه کمیت‌های مولی و اکتیویته محلول‌های ایده‌آل، محلول‌های باقاعده، توابع اضافی، محلول‌های رقیق: معادله گیس دوهیم در سیستم دوتایی، معادله گیس دوهیم در سیستم سه تایی، تغییر دادن حالت استاندارد، ضرایب تاثیر متقابل و پارامترهای تاثیر متقابل، نمودارهای منطقه پایداری ترکیبات، نمودارهای انرژی آزاد مولی نسبی با غلظت و ارتباط آن‌ها با سیستم دوتایی، حلالیت و عدم حلالیت، تعادل بین فازها با ترکیب متغیر، محاسبات نمودارهای فاز، نمودارهای اکتیویته، مول جزئی.

ترمودینامیک آماری، انتروپی و احتمالات، معادله بولتزمن، انتروپی وضعیتی و انتروپی حرارتی.

مدل شبه شیمیایی و سایر مدل‌ها برای محلول‌ها، تئوری مولکولی و تئوری یونی سرباره‌ها، محلول‌های منظم (Ordered)، نظم پردامنه در محلول‌ها و نظم کم دامنه، ترمودینامیک سطوح و مرز بین سطوح، انرژی سطحی و کشش سطحی، ناهم‌سویی انرژی سطوح، انرژی سطحی فلزات و ترکیبات، مرز داخلی و انفصال شیمیایی، انفصال ساختاری در مرزها، انرژی نابجایی، ترمودینامیک عیوب کریستالی، عیوب در فلزات و مواد.

الکتروشیمی، ترمودینامیک محلول‌ها آبی، رابطه انرژی شیمیایی و الکتریکی تاثیر غلظت بر نیروی الکتروموتیو، تشکیل پیل‌ها، پیل‌های غلظتی، ضریب درجه حرارت پیل، اثرات حرارتی، نمودارهای پوربه.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه تمرین‌های درسی کاربردی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- انجام تمرین کاربردی در طول نیم سال ۳۰ درصد
- آزمون نیم سال ۳۰ درصد
- آزمون پایانی نیم سال ۴۰ درصد



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. R. Gaskell, David E. Laughlin, Introduction to the Thermodynamics of Materials. United Kingdom: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017.
2. R. A. Swalin, Thermodynamics of Solids. United Kingdom: Wiley, 1962.
3. F.D. Richardson, Physical Chemistry of Melts in Metallurgy, Vol. 1 & 2 , Academic Press, Oxford, 1974.
4. C. H. P. Lupis, Chemical Thermodynamics of Materials. Singapore: Prentice Hall, 1993.
5. D. V. Ragone. Thermodynamics of Materials. Canada: John Wiley & Sons Incorporated, 1995.



عنوان درس به فارسی: روش‌های پیشرفته مطالعه مواد		عنوان درس به انگلیسی: Advanced method of materials analysis	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☒	عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری ☐	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- شناخت روش‌های مطالعه مواد

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌های شناخت فاز
- آشنایی با روش‌های شناخت ماده
- آشنایی با میکروسکوپ‌های الکترونی و خواص تصویر در آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. ویژگی‌های اشعه X و تولید اشعه X: شبکه معکوس، پروژکسیون استرئوگرافی
۲. دیفراکسیون اشعه X: قانون براگ، اسپکتروسکوپی اشعه X، محاسبه فاکتور لورنتز (Lorents)، فاکتور جذب، فاکتور حرارتی، محاسبه شدت پرتوهای دیفراکته در روش پودر- تعیین جهت تک بلورها به روش فتوگرافی لایه برگشتی، روش فیلم متحرک، دوقلوها، وضعیت نسبی رسوب و زمینه - بررسی بافت ورق‌های نازک توسط فتوگرافی با اشعه X و با روش دیفراکتومتری، بررسی اثر تغییر شکل پلاستیک- تعیین ساختمان بلوری، اندکس کردن بلورها، فاز منظم، غیر منظم- روش‌های تجزیه شیمیایی: روش‌های اندازه‌گیری تنش.
۳. میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM): اصول تشکیل تصویر و کنتراست، قدرت وضوح و عمق میدان، عمق کانون، تکنیک‌های آماده کردن نمونه: نقایص حاصله در موقع تهیه نمونه و در هنگام مطالعه آنها- اجزای میکروسکوپ الکترونی: میکرو آنالیز- تئوری سینماتیک، دیفراکسیون الکترونی: ساخت شبکه معکوس، رسم و اندکس کردن طرح نقاط مربوط به تک بلور، طرح‌های حاصله از چند بلورهای بافت‌دار، اثر دیفراکسیون دوبل، خطوط کیکوشی، تئوری سینتیکی، تئوری دینامیک کنتراست، کاربرد تئوری دینامیک برای نابجایی‌ها - دیفراکسیون و کنتراست در مواد دو فاز: سطوح مشترک بین دوفاز و دیفراکسیون الکترونی توسط ذرات یک فاز ثانوی در حالت‌های پیوسته، نا پیوسته و نیمه پیوسته - کسب اطلاعات کمی به وسیله میکروسکوپ الکترونی، تعیین مشخصات نابجایی‌ها، میکروسکوپ الکترونی روبشی (Scanning) - انواع مختلف و محاسن و کاربرد آنها، انواع میکروسکوپی یونی، ساختمان میکروسکوپ روبشی، به‌وجود آمدن تصویر، تصویر مستقیم عیوب کریستالی در سطح، تولید اشعه X و کاربرد آن در SEM، اندازه‌گیری کمی و کیفی، کاربرد SEM در مطالعات مواد.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعریف پروژه‌های درسی کاربردی مرتبط با شناسایی و مطالعه مواد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- انجام پروژه کاربردی در طول نیم سال ۳۰ درصد
- آزمون نیم سال ۳۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. Goldstein et al, Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis, 2001.
2. S. Zhang, L. Li, A. Kumar Materials Characterization Techniques, 1st Edition, , CRC Press Published December 22, 2008.
3. Metals Handbook, vol. 10, Materials Characterization, 1992.
4. D. B. Williams, C. Barry Carter Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, Springer,2009.
۵. مقدمه‌ای بر روش‌های پیشرفته آنالیز مواد، یانگ لنگ، مترجمان: مصطفی حاجیان‌حیدری، رجب‌علی سراج، ناشر: دانشگاه صنعتی شریف، موسسه انتشارات علمی، ۱۳۹۶.
۶. روش‌های شناسایی و آنالیز مواد، فرهاد گلستانی، محمدعلی بهره‌ور، اسماعیل صلاحی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۹.



عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه روش‌های پیشرفته مطالعه مواد		عنوان درس به انگلیسی: Laboratory of advanced method of materials analysis	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه	- دروس پیش‌نیاز:	
☒ عملی	☒ تخصصی	روش‌های پیشرفته مطالعه مواد	
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری	۱	تعداد واحد:
☐ رساله / پایان‌نامه		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با دستگاه‌ها و ابزارهای شناسایی و مطالعه مواد

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌های آماده سازی نمونه

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مطالعه سطوح شکست (شکست نگاری): به کمک SEM، روش‌های تجربی مطالعه نابجایی‌ها (نقاطی که نابجایی‌ها در سطح فلز آمده، نابجایی‌ها که توسط رسوب‌ها دکوراسیون شده‌اند، به روش توپو گرافی اشعه ایکس، توسط میکروسکوپ الکترونی)، ویژگی‌های عمومی سطوح شکست، روابط کلی موجود بین منظره شکست‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی، اشکال ساختمانی شکست، اثر درجه حرارت و اثر عناصر آلیاژی بر روی ویژگی‌های سطح شکست، بررسی مثالهایی از سطوح شکست فلزات و آلیاژها در شرایط مختلف.
۲. روش‌های لایه انعکاسی جهت تعیین جهات کریستالی - روش لایه عبوری جهت تعیین جهات کریستالی، روش پودر جهت تعیین ساختمان کریستالی - روش پودر جهت اندازه‌گیری پارامتر شبکه - روش پودر در مطالعه تغییر حالات منظم و غیر منظم.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعریف پروژه‌های کاربردی مرتبط با مطالعه مواد
- ارائه تمرین‌های درسی
- انجام تمرین‌های عملی مرتبط با مطالعه مواد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال ۲۰ درصد
- انجام تمرین عملی مرتبط با مطالعه مواد در طول نیم‌سال ۴۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. Goldstein et al, Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis, 2001.
2. S. Zhang, Li. Li, A. Kumar Materials Characterization Techniques, 1st Edition, CRC Press Published December 22, 2008.
3. Metals Handbook, vol. 10, Materials Characterization, 1992.



4. D. B. Williams, C. Barry Carter Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, Springer, 2009.

۵. مقدمه‌ای بر روش‌های پیشرفته آنالیز مواد، یانگ لنگ، مترجمان: مصطفی حاجیان‌حیدری، رجب‌علی سراج، ناشر: دانشگاه صنعتی شریف، موسسه انتشارات علمی، ۱۳۹۶.

۶. روش‌های شناسایی و آنالیز مواد، فرهاد گلستانی، محمدعلی بهره‌ور، اسماعیل صلاحی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۹.



عنوان درس به فارسی: تغییر حالت‌های متالورژیکی		عنوان درس به انگلیسی: Metallurgical Phase Transformations	
نوع درس و واحد		ترمودینامیک پیشرفته	
☐ پایه ☒ نظری		دروس پیش نیاز:	
☐ عملی ☒ تخصصی		-	
☐ نظری-عملی ☐ اختیاری		تعداد واحد:	
☐ رساله / پایان نامه		۲	
		تعداد ساعت:	
		۳۲	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با مبانی تغییر حالت
- آشنایی با اصول ترمودینامیکی حاکم بر تغییر حالت

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع تغییر حالت‌ها
۲. شناخت نفوذ در جامدات
۳. شناخت تغییر حالت‌های نفوذی و مکانیزم‌های حاکم بر آن
۴. شناخت تغییر حالت‌های غیر نفوذی و مکانیزم‌های حاکم بر آن

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تعریف تغییر حالت، انواع تغییر حالت، تئوری تغییر حالت بر اساس ترمودینامیک، اصول تعادل پایدار و نیمه پایدار، طبقه بندی تغییر حالت، تعریف سرعت تغییر حالت، نیرو محکه برای تغییر حالت، قوانین تعادل ترمودینامیک، انرژی آزاد محرکه و انرژی آزاد تغییر حالت، سرعت تغییر حالت شامل انرژی محرکه حرارتی برای حالتی که فقط یک نوع تغییر اتمی انجام می‌گیرد (تغییر حالت مدنی)، تغییر حالت اتمی که شامل چند نوع تغییر اتمی هستند (تغییر حالت‌های ناهمگن)، اصول ماکزیمم سرعت تغییر حالت‌های تجربی و تعریف سرعت تغییر حالت، روش‌های اندازه‌گیری سرعت تغییر حالت، معادلات سرعت تغییر حالت، معادلات سرعت - برای تغییر حالت غیر همگن، انرژی محرکه تجربی و پارامتر مؤثر، منحنی تغییرات زمان- درجه حرارت، تغییر حالت اسپینودالی، بازیابی و تبلور مجدد ف محاسبه سایر پارامترهای ترمودینامیکی بازیابی، تغییر حالت توأم با جوانه زنی و بازیابی، قوانین تبلور مجدد، جوانه زنی در تبلور مجدد، حرکت مرز دانه، سرعت رشد دانه‌ها، تاثیر ناخالصی و فاز دوم در سرعت رشد دانه‌ها و ساختمان میکروسکوپی حاصل - تغییر حالت تعادل: جوانه زنی همزمان دوفاز (تغییر حالت پرلیتی) رشد همزمان دوفاز (پرلیت)، مکانیزم و مشخصات کریستالوگرافی فاز بینایت، تغییر حالت دسه جمعی Massive Trans - تغییر حالت منظم به غیر منظم قوانین سرعت تغییر حالت - پیر سختی: مناطق G.P، جوانه زنی و رشد مناطق، بزرگ شدن رسوبات، تأثیر جاهای خالی اضافی در تغییر حالت (فازهای اولیه، میانی و ثانویه)، تغییر حالت‌های بدون نفوذ و جابجا شدن اتم‌ها: مشخصات تغییر حالت بدون نفوذ اتم‌ها، ترمودینامیک تغییر حالت، جوانه زنی تغییر حالت‌های مارتنزیتی، خصوصیات سرعت تغییر حالت‌های مارتنزیتی، کریستالوگرافی تغییر حالت، مارتنزیت در فولاد.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعریف پروژه‌های درسی کاربردی در پدیده‌های انتقال
- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- ۳۰ درصد
- ۳۰ درصد

انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم سال



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. A. Porter, Kenneth E. Easterling, Phase Transformations in Metals and Alloys, Third Edition (Revised Reprint). United Kingdom: Taylor & Francis, 1992.
2. N. Perez, Phase Transformation in Metals: Mathematics, Theory and Practice. Germany: Springer International Publishing, 2020.



عنوان درس به فارسی: آلیاژهای نوین ریختگی		
نوع درس و واحد	New Casting Alloys	
پایه ☐ نظری ☒	-	
تخصصی ☐ عملی ☐	-	
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐	۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با اصول طراحی ترکیب شیمیایی، مفاهیم انجمادی و متالورژی فیزیکی، مشخصه یابی، خواص و کاربرد شیشه فلزات، آلیاژهای آنتروپی بالا و سوپرآلیاژها

اهداف ویژه:

- آشنایی با اصول طراحی آلیاژهای نوین
- معرفی روش‌های آلیاژسازی و ساخت
- آشنایی با مفاهیم انجمادی و متالورژی فیزیکی
- مشخصه یابی ساختاری و ارزیابی خواص مکانیکی آلیاژهای نوین

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

بخش اول: شیشه فلزات

۱. مفهوم شیشه، شیشه فلزات و انتقال شیشه
۲. معرفی شیشه فلزات حجمی (Bulk Metallic Glasses)، تاریخچه، خواص و ویژگی‌های آنها
۳. قابلیت آمورف (شیشه ای) شدن
۴. روش‌های ساخت و تولید شیشه فلزات
۵. رفتار تبلور (Crystallization)
۶. رفتار مکانیکی، مکانیزم‌های تغییر شکل و مشخصه‌های شکست BMGها
۷. روش‌های آنالیز و مشخصه یابی BMGها

بخش دوم: آلیاژهای آنتروپی بالا

۸. مفاهیم پایه ای آلیاژهای آنتروپی بالا
۹. مفاهیم ترمودینامیکی آلیاژهای آنتروپی بالا
۱۰. طراحی آلیاژهای آنتروپی بالا
۱۱. روش‌های ساخت و تولید آلیاژهای آنتروپی بالا
۱۲. رفتار مکانیکی و مکانیزم‌های تغییر شکل آلیاژهای آنتروپی بالا
۱۳. شیشه فلزات حجمی آنتروپی بالا

بخش سوم: سوپر آلیاژها آلیاژهای مقاوم به حرارت

۱۴. متالورژی فیزیکی فولادهای نسوز
۱۵. متالورژی فیزیکی سوپر آلیاژها
۱۶. سوپر آلیاژهای تک کریستال
۱۸. پوشش‌دهی سوپر آلیاژها

بخش چهارم: آلیاژهای مقاوم به سایش



۱۸. معرفی انواع سایش

۱۹. متالورژی فیزیکی، خواص، تاثیرات و چگونگی عملیات حرارتی فولادهای آستنیتی منگنزی، پرلیتی و لدبوریتی و دو فازی ریختگی

۲۰. متالورژی فیزیکی، خواص، تاثیرات و چگونگی عملیات حرارتی چدن‌های مقاوم به سایش پر کروم و نایهارد

بخش پنجم: آلیاژهای مقاوم به خوردگی

۱. معرفی اصول خوردگی و چگونگی تاثیر عناصر بر سرعت خوردگی

۲. متالورژی فیزیکی، خواص، تاثیرات، چگونگی عملیات حرارتی و معرفی فولادهای زنگ زن آستنیتی، فریتی و دو فازی ریختگی

۳. متالورژی فیزیکی، خواص، تاثیرات، چگونگی عملیات حرارتی و معرفی چدن‌های مقاوم به خوردگی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بر اساس اسلایدهای تهیه شده با توجه به مراجع اصلی و مقالات متعدد به روز است. ارائه سمینار از طرف دانشجویان در موضوعات تعیین شده، ارزشیابی فعالیت‌های کلاسی به همراه آزمون‌های میان ترم و پایان ترم

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارائه سمینار و فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۲۰ درصد

آزمون نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. C. Suryanarayana and A. Inoue, Bulk Metallic Glasses, CRC Press, Taylor & Francis Group, (2011).
2. B.S. Murty, J.W. Yeh, S. Ranganathan, High-Entropy Alloys, Elsevier Inc, (2014).
3. B. Geddes, H. Leon, X. Huang, Superalloys: Alloying and Performance, ASM International, (2010).
4. R.C. Reed, The Superalloys Fundamentals and Applications, Cambridge university press, (2006)
5. C. Houska, Castings: Stainless Steel and Nickel-base, Nickel Institute,(2000).
6. Z. Duriagina, Stainless Steels and Alloys, IntechOpen, (2019).
7. V. G. Behal, & A. S. Melilli, Stainless Steel Castings, American Society for Testing & Materials, (1982).
8. J. Głownia, Metallurgy and Technology of Steel Castings, Bentham Science Publishers, (2017), Several Papers



عنوان درس به فارسی: مطالب ویژه در ریخته‌گری و انجماد		
عنوان درس به انگلیسی: Special Topics in casting and solidification		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ریخته‌گری پیشرفته	پایه ☐ نظری ☒
		تخصصی ☐ عملی ☐
دروس هم‌نیاز:	-	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۲	رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۳۲	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با اصول طراحی ترکیب شیمیایی، مفاهیم انجمادی و متالورژی فیزیکی، مشخصه‌یابی، خواص و کاربرد شیشه‌فلزات، آلیاژهای آنتروپی بالا و سوپرآلیاژها

اهداف ویژه:

آشنایی با اصول طراحی آلیاژهای نوین

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

در این درس مباحث ویژه و پیشرفته در فرآیند انجماد مورد بحث قرار خواهد گرفت. این مباحث می‌تواند در برگیرنده مطالبی از جمله انجماد سریع و عوامل مؤثر بر آن، چگونگی تولید و ساخت فلزات و آلیاژهای بی‌شکل، تحلیل مسائل در فرآیند انجماد در جاذبه صفر، تکنیک‌های شناوری مذاب، انجماد در فوق‌تبریدهای بسیار زیاد، تحلیل مسائل در فرآیند انجماد معمولی و جهت‌دار مواد مخصوص مثل مواد ابر رسانا باشد. در این درس اساتید بنابر اختیار خود می‌توانند مسائل و پدیده‌های جدید ریخته‌گری همچون ریخته‌گری دوشابی و عیوب ناشی از گذر از سرعت بحرانی در سیستم‌های راهگامی و قواعد ده‌گانه برای تولید قطعه سالم را بحث کنند. همچنین اساتید می‌توانند با معرفی عیوب و دسته‌بندی آنها، روش‌های رفع عیوب را نیز بررسی کنند.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعریف پروژه‌های درسی کاربردی در پدیده‌های انتقال
- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد
- آزمون نیم‌سال ۳۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. Campbell, Complete Casting Handbook: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design: Second Edition. Complete Casting Handbook: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design: Second Edition, 2015 .
2. J.Campbell. Castings Practice: The Ten Rules of Castings, Elsevier Science, 2004.
3. P,Beeley, Foundry Technology, Butterworth-Heinemann, 2001.

۱۳۹۰، ترجمه جلال حجازی و پرویز دوامی، انتشارات آزاده، چاپ چهارم،



عنوان درس به فارسی: طراحی و شبیه‌سازی در ریخته‌گری و انجماد		عنوان درس به انگلیسی: Design and simulation in casting and solidification	
نوع درس و واحد		ریخته‌گری پیشرفته	
☐ نظری	☐ پایه	دروس پیش‌نیاز:	
☐ عملی	☐ تخصصی	-	
☒ نظری-عملی	☒ اختیاری	تعداد واحد:	
رساله / پایان‌نامه		تعداد ساعت:	
		۳	
		۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با طراحی سیستم راهگامی، تغذیه‌گذاری و شبیه‌سازی آن‌ها

اهداف ویژه:

- آشنایی با اصول جدید طراحی سیستم‌های راهگامی
- آشنایی با اصول جدید تغذیه‌گذاری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با اصول طراحی سیستم راهگامی:
- اجزای یک سیستم راهگامی و وظایف آن، انواع سیستم‌های راه گاهی فشاری، غیرفشاری و ترکیبی، کف ریز، سرریز،، سرعت بحرانی، تلاطم سطحی و حجمی، روابط حاکم بر طراحی سیستم راه گاهی
۲. آشنایی با اصول طراحی تغذیه و عوامل موثر بر عملکرد تغذیه
- قانون چورنیف، و مدول ریختگی و ...، دامنه انجماد، سرعت انجماد و ...، انواع تغذیه گرم و سرد، راندمان تغذیه، تعداد تغذیه، برد تغذیه، راندمان ریختگی، روابط لازم برای محاسبه تغذیه در آلیاژهای فولادی یا آلومینیومی
۳. مقدمه شامل تعاریف، اهداف مدل سازی مراحل مدل سازی، اهمیت و کاربرد و...
۴. ساختار یک مدل ریاضی و چگونگی توسعه آن
۵. مبانی علمی در توسعه مدل ریاضی
۶. معرفی تکنیک‌های عددی در حل معادلات حاکم بر فرایندها در مدلسازی ریاضی
۷. روش اختلاف محدود بر مبنای حجم کنترل برای حل معادلات انتقال
۸. مطالعات موردی شامل شبیه‌سازی انجماد، جریان مذاب و انتقال حرارت در فرایندهای ریخته‌گری
۹. معرفی اصول و مبانی شبیه‌سازی فیزیکی و کاربردهای آن
۱۰. مطالعات موردی در خصوص شبیه‌سازی فیزیکی فرایندهای ریخته‌گری
۱۱. طراحی و شبیه‌سازی با نرم‌افزار:
- شبیه‌سازی جریان مذاب در قالب با سیستم‌های راهگامی مختلف (فشاری، غیرفشاری، کف ریز، و...) برای یک قطعه خاص یا پله‌ای شکل و مشاهده نحوه پر شدن قالب از مذاب، تلاطم‌های سطحی و حجمی، ارزیابی سرعت خطی مذاب در بخش‌های مختلف و ..
۱۲. شبیه‌سازی انجماد یک قطعه ریختگی (پله‌ای شکل) با سیستم‌های راهگامی و تغذیه‌گذاری مختلف (تعداد، مکان و اندازه مختلف) و مشاهده سرعت انجماد در بخش‌های مختلف و وضعیت تشکیل مکهای انقباضی و تنشهای انقباضی و ... به همراه شبیه‌سازی اثر مبرد و جنس قالب در مسیر انجماد یک قطعه خاص و تحلیل آن
۱۳. شبیه‌سازی سیالیت مذاب یک آلیاژ آلومینیم در قالب ماریپچ و قالب J.C

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:



- تعریف پروژه‌های درسی کاربردی در رابطه با طراحی سیستم راهگامی و تغذیه گذاری
- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

این درس به صورت تئوری و عملی است و هدف گذاری اصلی بهبود دانش و مهارت دانشجو در طراحی سیستم‌های راه‌گامی و تغذیه گذاری قطعات ریخته‌گی است. در این درس با کمک شبیه‌سازی، نحوه جریان سیال و انجماد فلز مذاب در قالب به همراه تحلیل احتمال ایجاد عیوب انجمادی برای یک طرح مشخص، بررسی می‌شود. دانشجو در پایان ترم با انجام تمرین‌های عملی با نرم‌افزارهای مناسب شبیه‌ساز ریخته‌گری نظیر Sut Cast یا Pro cast یا Magma Soft، مباحث کاربردی و ارزشمند را می‌آموزد.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. نگارش نوین در طراحی سیستم‌های راهگامی، محمد علی بوتربی و همکاران، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۶
2. J. Campbell, Mini Casting Handbook. United Kingdom: Aspect Design, 2018.
3. J. Campbell, Castings Practice: The Ten Rules of Castings. Netherlands: Elsevier Science, 2004.
4. I. Sakaguchi, Principles of Gating System Design. United States: University of Wisconsin--Madison., 1979.
5. Ch. Wang, Computer Aided Design of Gating Systems of Sand Castings. N.p.: University of Pittsburgh, 1985.



عنوان درس به فارسی: ریاضیات مهندسی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Engineering Mathematics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز: -	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز: -	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- هدف کلی درس آشنایی دانشجویان با حل معادلات دیفرانسیل و روش‌های عددی مرتبط با مسائل موجود در حوزه مهندسی مواد است

اهداف ویژه:

- آشنایی دانشجویان با مدل‌سازی و روش‌های حل معادلات مرتبط
- آشنایی دانشجویان با روش‌های عددی حل معادلات و مسائل موجود در حوزه مهندسی مواد

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مشتقات جزئی در توابع چند متغیری، حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، سری فوریه، حل معادلات به‌وسیله سری فوریه، انتگرال و تبدیل فوریه پیشرفته، تبدیل لاپلاس پیشرفته، توابع مختلط، تئوری پیشرفته توابع مختلف، قضایای گوشه، انتگرال گوشه، سری مک لورن، توابع اولرین، توابع و قضایای ترانسفورماسیون و کنولاسیون، تساوی‌های بسل، پارسوال، احتمالات، متغیرهای تصادفی، فرآیندهای تصادفی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال ۲۰ درصد
- آزمون نیم‌سال ۴۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. E. Kreyszig, *Advanced Engineering Mathematics*. Wiley, 1999.
2. D. Zill, W. S. Wright, M. R. Cullen, *Advanced Engineering Mathematics*. Jones & Bartlett Learning, 2011.



عنوان درس به فارسی: کامپوزیت‌های زمینه فلزی ریختگی		عنوان درس به انگلیسی: Cast Metal Matrix Composites	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	فراآیندهای انجماد پیشرفته	
تخصصی ☐	عملی ☐	-	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	
		تعداد واحد: ۲	
		تعداد ساعت: ۳۲	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با انواع کامپوزیت‌ها

اهداف ویژه:

- آشنایی با مبانی استحکام بخشی و خواص مکانیکی در انواع کامپوزیت‌ها
- آشنایی با روشهای مختلف تولید کامپوزیت‌های ریختگی و نحوه کنترل متغیرهای فرآیند تولید
- آشنایی با ریزساختار و خواص کامپوزیت‌های ریختگی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اشاره به محدودیت‌های مواد متداول مهندسی و ارایه تعریف مواد کامپوزیتی
 ۲. دسته بندی انواع کامپوزیت‌ها بر اساس: الف- جنس زمینه (پلیمری، فلزی و سرامیکی)، ب- شکل فاز تقویت کننده (لایه‌ای، رشته طولانی، رشته‌های کوتاه، ذره‌ای) و ج- فرآیند تشکیل ساختار (درجا in-situ و غیردرجا ex-situ)
 ۳. بیان فلسفه ایجاد ساختارهای کامپوزیتی در هر یک از انواع کامپوزیت‌های زمینه پلیمری، فلزی و سرامیکی و ویژگی‌های لازم برای هر یک از مواد فوق
 ۴. دسته‌بندی انواع فازهای تقویت کننده مورد استفاده برای کامپوزیت‌های زمینه فلزی و بیان مشخصات لازم برای آنها شامل (ویسکریتهای سرامیکی، رشته‌های طولی، الیاف بور/تنگستن، الیاف کربنی، انواع ذرات سرامیکی کاربیدی، اکسیدی و نیتریدی)
 ۵. فصل مشترک در کامپوزیت‌ها، بیان عوامل موثر در کیفیت اتصال فازهای زمینه و تقویت کننده
 ۶. سازوکارهای استحکام بخشی در کامپوزیت‌ها با اشاره به قانون اختلاط فازها، محاسبه استحکام در انواع کامپوزیت‌های رشته‌ای با رشته‌های طولانی، کوتاه و ذره‌ای و تعیین کسر حجمی بحرانی فاز تقویت کننده و طول بحرانی رشته‌ای با رشته‌های کوتاه
 ۷. اشاره به خواص مکانیکی کامپوزیت‌ها (استحکام کششی، مدول الاستیک، استحکام خزشی و مقاومت به سایش)
 ۸. معرفی انواع روش‌های ریخته‌گری کامپوزیت‌های زمینه فلزی ذره‌ای و رشته‌ای و مقایسه آنها با سایر روش‌های تولید کامپوزیت‌های زمینه فلزی
 ۹. کامپوزیت‌های زمینه فلزی ذره‌ای ریخته‌گری
- الف) عوامل موثر در انتخاب مواد اولیه (آلیاژ زمینه و ذرات فاز دوم)
- ب) مخلوط سازی ذرات فاز دوم در مذاب‌های فلزی، رفتار ذرات سرامیکی در مذاب‌های فلزی قبل از انجماد (ترشوندگی ذرات و روشهای کاهش زاویه ترشوندگی، کنترل واکنش‌های شیمیایی بین سرامیک و فلز)، سیالیت دوغاب‌های فلزی کامپوزیتی و عوامل موثر بر آن، قابلیت ریخته‌گری دوغاب‌های کامپوزیتی
- ج) انواع روشهای ریخته‌گری دوغاب‌های کامپوزیتی شامل ریخته‌گری ثقلی (در قالب‌های ماسه‌ای و فلزی)، ریخته‌گری تحت فشار، ریخته‌گری کوبشی، ریخته‌گری در حالت نیمه جامد- نیمه مذاب، ریخته‌گری گریز از مرکز.
- د) توضیح در مورد قابلیت ریخته‌گری، فرآیند انجماد، چگونگی مهاجرت ذرات در حین انجماد، کنترل واکنش شیمیایی بین ذره و فاز دوم و کنترل فصل مشترک بین آنها (چگونگی پیدایش عیوب ریخته‌گری (جدایش، حفره‌های انقباضی و تنش‌های پسماند در هر کدام از روشهای



و) روش پاشش همزمان: عوامل موثر بر روی ساختار کامپوزیت و چگونگی کنترل پدیده انجماد جهت دستیابی به خواص مطلوب در کامپوزیت

۱۰. کامپوزیت‌های زمینه فلزی رشته‌ای ریخته‌گری

معرفی روشهای رانش مذاب به پیش‌ساخته‌های سرامیکی (Infiltration Processes) و عوامل موثر در فرآیند انجماد این کامپوزیت‌ها، عوامل موثر در تشکیل ریزساختار و چگونگی کنترل آنها جهت پرهیز از عیوب ریخته‌گری (شامل تلقیح ناقص، جدایش، واکنش‌های مخرب شیمیایی، تغییر شکل پیش‌ساخته‌های سرامیکی و ...)

۱۱. کامپوزیت‌های درجای زمینه فلزی، چگونگی کنترل فرآیند و عوامل موثر در تشکیل ریزساختار و کسر حجمی مطلوب از ذرات فاز دوم در این کامپوزیت‌ها از دیدگاه ترمودینامیکی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعریف پروژه‌هایی در رابطه با ساخت کامپوزیت‌ها، ویژگی‌های متالورژیکی هر روش، آنالیز فرآیند انجماد در کامپوزیت‌های پایه فلزی ریخته‌گری، راه کارهای قابل انجام جهت توزیع کردن ذرات در کامپوزیت‌های ذره‌ای پایه فلزی ریخته‌گری، خواص فصل مشترک زمینه و فاز استحکام بخش و برای هر دانشجو

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

انجام پروژه کاربردی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. K. U. Kainer, Metal Matrix Composites, Custom-made Materials for Automotive and Aerospace Engineering, Wiley-VCH (2006).
2. N. Chawla and K. K. Chawla, Metal Matrix Composites, Second Edition, Springer (2013).
3. F.L. Matthews and R.D. Rawlings, Composites Materials: Engineering and Science, Chapman & Hall, London, (1994).
4. P. K. Rohatgi, Microstructure formation during Solidification of Metal matrix composites, TMS, (1993).
5. Cast Reinforced Metal Composites. ASM International, Met. Park, Ohio 44073, USA (1988).



عنوان درس به فارسی: اصول آنالیز حرارتی مواد		عنوان درس به انگلیسی: Principles of Thermal Analysis of Materials	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با اصول روش‌های آنالیز حرارتی مواد و نقش متغیرهای مؤثر در حصول جواب‌های قابل اطمینان

اهداف ویژه:

چگونگی استفاده از آنالیز حرارتی به عنوان آزمون تعیین خواص و پارامترهای انجمادی قطعه ریخته‌گری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

آشنایی کلی با روش‌های آنالیز حرارتی، آنالیز حرارتی جرم سنجی افتراقی (Differential Thermogravimetry)، متغیرهای مؤثر روی این آزمایش، نحوه مطالعات سینتیکی فرآیندها 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، TG-DSC، روش‌های شناسایی و آنالیز گازها در دستگاه‌های آنالیز حرارتی (Evolved gas analysis (EGA) and Evolved gas detection (EGD)، ترکیب روش‌های EGA و EGD با TG و DSC یا DTA، روش‌های آنالیز حرارتی مکانیکی-حرارتی، Thermomechanical Analysis (TMA)، Thermodilatometry، (TDA) و Dynamic Thermomechanometry (DMA)، سایر روش‌های آنالیز حرارتی و روش کالریمتری در دمای ثابت

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه تمرین‌های درسی کاربردی
- تعریف پروژه کاربردی مرتبط با یکی از روش‌های آنالیز حرارتی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- انجام تمرین کاربردی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد
- آزمون نیم‌سال ۳۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M.E Brown, Introduction to Thermal Analysis: *Techniques and Applications*. Germany: Springer Netherlands, 2001.
2. P. Gabbott, Principles and Applications of Thermal Analysis. Germany: Wiley, 2008.
3. R. Speyer, Thermal analysis of materials. Hong Kong: Taylor & Francis, 1994.
4. T. Hatakeyama, L. Zhenhai, Handbook of Thermal Analysis. Wiley, 1998.



5. S. Gaisford, V. Kett and P. Haines, Principles of Thermal Analysis and Calorimetry. Royal Society of Chemistry, 2019.
6. W. W. Wendlandt, Thermal Analysis. Wiley, 1986.
7. S. Z. D. Cheng, Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry: Applications to Polymers and Plastics. Elsevier Science, 2002.
8. J. D. Menczel, R. B. Prime, Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications. Wiley, 2009.



عنوان درس به فارسی: متالورژی سطوح پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Surface Engineering Metallurgy	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با خواص سطح و تاثیر آن بر خواص خوردگی و سایش

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌های اصلاح ساختار سطح

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. اهداف اصلاح ساختار سطوح، مروری بر خوردگی، آشنایی با انواع مکانیزم‌های سایش، استفاده از پلاسما در فرآیندهای عملیات سطحی، پلاسما چیست؟، روش‌های تولید پلاسما، پلاسما در حضور میدان مغناطیسی، اندر تنش‌های پلاسما و سطح نمونه.
۲. آشنایی با وسایل به کار رفته در سیستم‌های مدرن مهندسی، انواع پمپ‌های خلأ، فشار سنج‌ها، شیرها، محفظه‌ها.
۳. نیتروژن‌دهی (کربن‌دهی) پلاسمایی، تشکیل لایه، اثر عناصر آلیاژی، وسایل و تجهیزات، ساختار لایه و زیر لایه، کاربردها.
۴. کاشت یون، پوشش دادن یا استفاده از یون، مکانیزم تشکیل لایه، فرآیندها، کاربردها، وسایل و تجهیزات، جنبه‌های اقتصادی.
۵. فرآیندهای تبخیری، اصول تبخیر فلزات و آلیاژها، انواع فرآیندهای تبخیری، یکنواختی و توزیع ضخامت پوشش، کاربردها.
۶. لایه نشانی کند و پاش (Sputtering)، اصول کند و پاش، انواع روش‌های کند و پاش، کنترل فرآیند کند و پاش، کاربردها.
۷. لایه نشانی بخار شیمیایی (CVD) اصول CVD، CVD به کمک پلاسما، طراحی فرآیندها، مکانیزم لایه نشانی، ساختار و شکل لایه، کاربردها، وسایل و تجهیزات.
۸. پاشش حرارتی، انواع روش‌های پاشش، آماده سازی زیر لایه، خواص پوشش، کاربردها، عملیات سطحی با استفاده از لیزر، جنبه‌های عملی فرآیند لیزری، انواع لیزر، کاربردها.
۹. روش‌های ارزیابی و بررسی لایه‌های سطحی اصلاح شده، زبری، ضخامت، چسبندگی، مقاومت به خوردگی، مقاومت به سایش، تخلخل، آنالیز شیمیایی، مورفولوژی سطح، ارتباط خواص پوشش و کارکرد قطعه.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

انجام تمرین در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون نیم سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. S. Rickerby, A. Matthews, Advanced Surface Coatings: A Handbook of Surface Engineering. (Blackie, 1991).
2. J. R. Davis, Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance. (ASM International, 2001).
3. J. Takadom, Materials and Surface Engineering in Tribology. (Wiley, 2013).
4. T. Burakowski, T. Wierzchon, Surface Engineering of Metals: Principles, Equipment, Technologies. (CRC Press, 1998).
5. M.G. Fontana, Corrosion Engineering, 3rd ed..(McGraw-Hill, 1986).



عنوان درس به فارسی: نفوذ و سینتیک پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Diffusion and Kinetics	
نوع درس و واحد		خواص فیزیکی مواد ۲	
☐ پایه ☐ نظری		دروس پیش نیاز:	
☐ عملی ☐ تخصصی		-	
☐ نظری-عملی ☐ اختیاری		تعداد واحد: ۳	
رساله / پایان نامه		تعداد ساعت: ۴۸	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- مطالعه پدیده‌های نفوذ و سینتیک شیمیایی در فرآیندهای متالورژیکی
- تعیین مکانیزم‌های حاکم و مدل‌های سینتیکی و انجام محاسبات ثوابت سرعت و نفوذ

اهداف ویژه:

- آشنایی با سینتیک تغییر حالت‌های متالورژیکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: بیان نیروی محرکه نفوذ و اهمیت آن در فرآیندهای متالورژیکی و دگرگونی‌های فازی
۲. معادلات نفوذ اتمی: قوانین اول و دوم فیک و حل معادلات دیفرانسیل نفوذ در حالت‌های مختلف با فرض ضریب نفوذ (D) ثابت و متغیر
۳. تئوری اتمی جابجایی اتمها: حرکت ولگشت (Random Walk Theory) و ارتباط آن با ضریب نفوذ، مکانیزم‌های نفوذ (مکانیزم‌های بین-نشین، دسته جمعی (Collective)، جای-خالی، جای-خالی دوتایی (Divacancy)، تاثیر تنش در سرعت نفوذ
۴. محاسبه ضریب نفوذ: تئوری زئر (Zener)، قوانین تجربی محاسبه ΔH ، ΔS و D
۵. نفوذ در آلیاژهای دو عنصری و محاسبه ضریب نفوذ درهم: اثر کرکندال (Kirkendall Effect)، تجزیه و تحلیل بولتزمن-متانو (Boltzmann-Matano Method)، تجزیه تحلیل و معادلات دارکن (Darken Equations)
۶. مسیرهای نفوذ سریع: تجزیه تحلیل در مرزدانه‌ها، تاثیر نابجایی‌ها در سرعت نفوذ، معادلات نفوذ از طریق عیوب (نابجایی‌ها و مرزدانه‌ها)
۷. مرور قوانین سینتیک شیمیایی
۸. پیدا کردن مکانیزم‌های واکنش‌های همگن
۹. انتقال ماده در حضور جریان سیال، مدل‌های انتقال ماده در سیال
۱۰. واکنش در مرز فازها و فصل مشترک‌های فازی
۱۱. الگوهای سینتیکی برای واکنش‌های غیرهمگن (گاز-جامد، جامد-مذاب و مذاب-مذاب) و حل معادلات سینتیکی آنها
۱۲. سینتیک فرآیند تبخیر
۱۳. سینتیک جذب سطحی
۱۴. حل رایانه‌ای تحولات سینتیکی همگن و غیرهمگن
۱۵. سینتیک واکنش‌های الکترودی، مهاجرت الکتریکی در محلول‌ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه تمرین‌های درسی

پ) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):



انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. P. Shewrnon, Diffusion in Solids, Springer, Second Edition, Switzerland, (2016).
2. H. Mehrer, Diffusion in Solids: Fundamentals, Methods, Materials, Diffusion-Controlled Processes, Springer (2007).
3. H. S. Ray, S. Ray, Kinetics of Metallurgical Processes, Springer Nature, Singapore, (2018).
4. J. Zekely and N. J. Themelis, Rate phenomena in process Metallurgy, (1971).
5. F. D. Richardson, Physical Chemistry of Metals in Metallurgy, Vol. 1 & Vol. 2, (1975)



عنوان درس به فارسی: مدیریت در کارخانجات ریخته‌گری		
عنوان درس به انگلیسی: Foundry Management		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ریخته‌گری پیشرفته	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با مبانی مدیریت و مدیریت کیفیت در واحدهای صنعتی

اهداف ویژه:

- آشنایی با کنترل کیفیت آماری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مبانی مدیریت صنعتی: مدیریت تیلور و ساختار سازمانی، تشریح وظایف واحدهای مختلف در یک شرکت ریخته‌گری و تحلیل نقش مهندسان ریخته‌گر در بخش‌های مختلف یک واحد ریخته‌گری، مدیریت منابع، طرح‌ریزی فرایند تولید، ارزیابی رقبا
۲. مدیریت کیفیت جامع، تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، ارزیابی رقبا، طرح‌ریزی کیفیت، بهبود مستمر، بهبود بهره‌وری، مدیریت انرژی و محیط زیست، روش‌های تضمین کیفیت، مدیریت تحقیق و توسعه
۳. کنترل کیفیت آماری؛ کنترل آماری محصول، کنترل آماری فرایند، روش‌های نمونه‌برداری برای کنترل کیفیت، روش‌های حل مسئله و هفت ابزار کنترل کیفیت
۴. آنالیز و اماندگی (شکست) و عوامل موثر بر آن در تولید و طراحی (DFMEA و PFMEA, FMEA)
۵. ارزیابی فنی و اقتصادی طرح‌های ریخته‌گری

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعریف پروژه‌های درسی کاربردی در رابطه با مدیریت تولید و کیفیت و ارزیابی فنی و اقتصادی یک طرح ریخته‌گری برای هر دانشجو
- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|--|---------|
| انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۴۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. John Christie. Duncan, The Principles of Industrial Management. United States: Creative Media Partners, LLC, 2019.
2. Leon Pratt. Alford, Principles of Industrial Management for Engineers. United States: Ronald Press Company, 1940.



3. Industrial Economics and Management Principles. India: Laxmi Publications Pvt Limited, 2008.
4. Joel E. Ross, Omachonu, Vincent K.. Principles of Total Quality. United States: Taylor & Francis Group, 2004.
5. Principles of Quality Management. United States: Clanrye International, 2015.
۶. داگلاس سی مونته‌گومری ترجمه ر. نورالسنا، کنترل کیفیت آماری، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۹.
۷. ماساکی ایمایی، ترجمه م. ح. سلیمی، کایزن کلید موفقیت رقابت ژاپن، دانشگاه امیر کبیر، پنجم، ۱۳۷۸.
۸. دیل اچ. بسترفیلد، ترجمه اکبر گلدسته، "کنترل کیفیت"، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۲ (مرجع اصلی)
۹. م. ت. فاطمی قمی، کنترل کیفیت آماری، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۷۸.



عنوان درس به فارسی: روش‌های بازرسی در ریخته‌گری		عنوان درس به انگلیسی: Casting's Methode Of Inspections	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	ریخته‌گری پیشرفته	
تخصصی ☐	عملی ☐	-	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های تضمین کیفیت
- آشنایی با روش‌های کنترل کیفیت

اهداف ویژه:

- آشنایی با شاخص‌های کیفیت محصولات ریختگی
- آشنایی با ابزار کنترل کیفیت در فرآیند ریخته‌گری
- آشنایی با روش‌های بازرسی محصول ریختگی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی شاخص‌های کیفی در قطعات ریختگی: از جمله شاخص‌های ابعادی (طول، زاویه، اندازه) وزن، ساختار (میکروساختار)، استحکام، سختی (خواص مکانیکی)، شکل، کیفیت سطحی، ترکیب شیمیایی، ناخالصی‌ها، عیوب ریختگی (S: 6 Structure, Shape, Strength, Soundness, Size, Surface)
۲. دسته‌بندی روش بازرسی (بازرسی با نمونه‌برداری، بازرسی صد درصد، بازرسی از روی بلوک شاهد یا بازرسی از روی قطعه اصلی و ..)
۳. نحوه تهیه نمونه‌های شاهد یا ۷ بلوک یا تهیه نمونه از قطعات ریختگی
۴. روش‌های بازرسی مخرب محصولات ریختگی: روش‌های بازرسی مخرب محصولات ریختگی یا بلوکهای شاهد از جمله آزمونهای مکانیکی کشش و سختی سنجی، متالوگرافی و اشاره‌ای به چند استاندارد برای آلیاژهای متداول چدن و آلومینیم، روش‌های کنترل ابعادی و کیفیت سطحی، روش‌های بازرسی غیرمخرب برای ترک‌یابی و یا وجود مک‌های گازی و انقباضی، روش‌های بازرسی غیرمخرب برای ارزیابی ریزساختار، سختی، تنش پسماند و ... و معرفی چند فناوری پیشرفته در روش‌های فراصوتی، جریان گردابی و پرتونگاری به همراه معرفی استانداردهای مربوطه به عنوان نمونه اشاره به استفاده از روش‌های فراصوتی برای تعیین دانه بندی آلیاژها، وضعیت کروی شدن گرافیتها در چدنهای نشکن، استفاده از روش‌های جریان گردابی برای تعیین میزان دکرپوره شدن، دانه بندی و یا آستنیت باقیمانده در فولادها و چدنهای آلیاژی یا سختی سنجی و استفاده از دیجیتال رادیوگرافی برای بررسی عیوب حجمی در قطعات ریختگی
۵. روش‌ها و ابزار کنترل فرایند ریخته‌گری: روش‌ها و ابزار کنترل ترکیب شیمیایی مذاب، ناخالصی‌ها و گازهای محلول، روش‌ها و ابزار کنترل دمای ذوب، بازرسی حرارتی، معرفی دوربین‌های مادون قرمز و ترموکوپلها، ارزیابی سیالیت مذاب، کنترل مواد اولیه، دسته‌بندی قراضه‌ها و کنترل کیفی آنها، کنترل وزن مذاب، کنترل مواد قالب‌گیری و خواص آن، اتوماسیون در روش‌های بازرسی فرایند و یا محصول به ویژه برای تولید انبوه قطعات خودرو

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:



- تعریف پروژه‌های درسی کاربردی در رابطه با شناسایی عیب و کنترل کیفیت قطعات ریخته‌گری و ارائه برنامه کاربردی جهت رفع عیب برای هر دانشجو

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Inspection of Metals: Understanding the Basics. United States: ASM International, 2013.
2. Andrew P. Dillon, Shigeo. Shingo, Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System. United Kingdom: Taylor & Francis, 1986.
۳. آزمون‌های غیرمخرب، بری‌هال، ورنون جان، ترجمه ب. صالح‌پور و علی اکبر آهنی، دانشگاه صنعتی سهند، ۱۳۷۳.
4. ASM (or Metals) Handbook, Vol. 17, Nondestructive Evaluation of Materials.
5. Charles J. Hellier, Handbook of Nondestructive Evaluation, McGRAW-HILL, 2003



عنوان درس به فارسی: بررسی‌های فنی و اقتصادی در ریخته‌گری		عنوان درس به انگلیسی: Technical and Economical Investigation in Casting	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با پارامترهای اقتصادی تاثیر گذار در راه اندازی و مدیریت تولید در ریخته‌گری

اهداف ویژه:

- یادگیری نحوه استفاده از ابزار اقتصادی و تجزیه و تحلیل مالی جهت تاسیس واحد ریخته‌گری

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر اقتصاد مهندسی: ارزش زمانی پول، نرخ بازگشت سرمایه، ارزش فعلی تجهیزات، ارزش آینده تجهیزات، تورم در بررسی‌های اقتصادی، طبقه بندی هزینه‌های تولید، تجزیه تحلیل نقطه سر به سر تولید و
۲. تجزیه و تحلیل قیمت تمام شده مواد اولیه با توجه به کیفیت آن‌ها، تجزیه و تحلیل قیمت تمام شده محصولات فرآیند تولید قطعات به روش‌های مختلف ریخته‌گری و سایر روش‌ها نظیر آهنگری، متالورژی پودر و تراشکاری.
۳. بررسی فنی و اقتصادی روش‌های تولید قطعات به روش‌های ریخته‌گری و مقایسه آنها با یکدیگر (از نظر کمیت مواد اولیه، انرژی مورد نیاز، کیفیت محصولات تولیدی، قیمت تمام شده محصولات، سرمایه در گردش مورد نیاز، سرمایه ثابت مورد نیاز، حداقل و حداکثر ظرفیت ممکن، آلودگی محیط زیست، کمیت و کیفیت نیروهای انسانی مورد نیاز و ...).
۴. تهیه تراز نامه مالی، بیلان مواد اولیه و جنسی، محاسبه سود و زیان محاسن فنی و اقتصادی جایگزینی یک نوع انرژی به جای نوع دیگر آن در فرآیند تولید فلزات با توجه به عوامل طبیعی موجود.
۵. اصول فنی و اقتصادی که باید در ارائه طرح تاسیس یک واحد ریخته‌گری در نظر گرفته شود.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه پروژه مرتبط با تجزیه و تحلیل قیمت تمام شده محصول ریخته‌گری و تحلیل اقتصادی راه‌اندازی یک واحد ریخته‌گری (به روش ریخته‌گری و حجم تولید دلخواه) توسط هر دانشجو
- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون نیم‌سال	۳۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Yates, J. K.. Engineering Economics. United States: CRC Press, 2016.



2. Ronald A. Chadderton, Purposeful Engineering Economics. Germany: Springer International Publishing, 2015.
3. Engineering Economics and Financial Accounting. India: Laxmi Publications Pvt Limited, 2005.



عنوان درس به فارسی: شمش ریزی		عنوان درس به انگلیسی: Ingot Casting	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	فرآیندهای انجماد پیشرفته	
تخصصی ☐	عملی ☐	-	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با انواع شمش و روش‌های مختلف شمش ریزی

اهداف ویژه:

آشنایی با عیوب انواع شمش‌ها و روش‌های رفع آن‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. کلیات شامل تعاریف، دسته بندی انواع شمش‌ها، تفاوت‌های شمش و شوشه
۲. شمش ریزی تکباری فلزات غیر آهنی شامل انواع قالب‌ها، روش‌های بارریزی و روش تولید شمش
۳. شمش ریزی تکباری فولادها شامل قالب‌ها، روش بارریزی، فولادهای آرام و ناآرام، تغذیه شمش‌های فولادی و روش‌های تولید شمش
۴. شمش ریزی مداوم در قالب‌های ساکن باز شامل تاریخچه تحولات و انواع روش‌ها برای فولاد و فلزات آهنی
۵. شمش ریزی مداوم در قالب‌های ساکن بسته شامل تاریخچه تحولات و انواع روش‌ها برای فولاد و فلزات غیر آهنی
۶. عیوب در شمش ریزی شامل عیوب ساختاری، ترک‌ها، مک‌های گازی، مک‌های انقباضی، آخال‌ها و عیوب سطحی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|--|---------|
| انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال | ۱۰ درصد |
| آزمون نیم‌سال | ۴۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۵۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. شمش ریزی، جلال حجازی، انتشارات آزاده: جامعه ریخته‌گران ایران، ۱۳۸۴
2. W. R. Irving, Continuous Casting of Steel. United Kingdom: Institute of Materials, 1993.



عنوان درس به فارسی: خطاهای اندازه‌گیری در تحقیق مواد		عنوان درس به انگلیسی: Measurement Errors in Materials Investigation	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۱	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۱۶	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با خطاها در اندازه‌گیری و شناخت منابع خطا
- تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های تجربی و انواع خطاهای وارد شده در آنها
- اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی مهم برای رشته مهندسی مواد

اهداف ویژه:

- افزایش دقت و صحت در اندازه‌گیری
- استفاده از روش‌های آماری پایه برای آنالیز خطا

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

آنالیز نتایج، ثبت نتایج آزمایش، دقت در اندازه‌گیری مواد، غیر ممکن بودن اندازه‌گیری مقدار حقیقی و روند کردن مقادیر تجربی، تقریب خطاها، مقدمه‌ای بر احتمالات- نمودار همبسته: تطابق منحنی- خطاها و عدم اطمینان: خطاهای سیستماتیک در اندام، توزیع متعادل، تحقیقات تجربی و تئوری، برنامه ریزی آزمایش، برنامه ریزی کلاسیک و پارامترهای مختلف مؤثر، برنامه ریزی تحقیق، مثال‌های برنامه‌ریزی- روش‌های اندازه‌گیری: خطاهای دستگاه‌های اندازه‌گیری، اندازه‌گیری فشار و سرعت، اندازه‌گیری جریان الکتریکی و اندازه‌گیری مقدار انرژی حرارتی، اندازه‌گیری درجه حرارت، صوت- اندازه‌گیری‌های استاتیک: اندازه‌گیری تغییر مکان، اندازه‌گیری نیرو و خطاهای اندازه‌گیری مربوطه، کنترل کیفی و خطاهای مربوطه.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه تمرین‌های درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- انجام تمرین و پروژه کاربردی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد
- آزمون نیم‌سال ۳۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. Bevington and D.K. Robinson, Data Reduction and Error Analysis for the physical Sciences, McGraw-Hill, New York, 2003
2. D.C Montgomery, G.C. Runger, and NF. Hubele, Engineering Statistics 5th edition, John Wiley & Sons Inc. 2011
3. N.C Barford, Experimental Measurements: Precision, Error and Truth, John Wiley & Sons, 1985



4. J.P. Holman, Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill, 1978

۵. مهدی علیزاده، توحیدناصیری و محبوبه مومنی، عدم قطعیت و خطا در اندازه‌گیری و محاسبات، نشر قلم گزیده، ۱۳۹۲

۶. خطاهای مشاهده و محاسبه آن، تالیف ج. تاپینگ - ترجمه محسن تدین. انتشارات نشر دانشگاهی، ۱۳۶۴



عنوان درس به فارسی: روش‌های پژوهش در مهندسی مواد		عنوان درس به انگلیسی: Research methods in materials engineering	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۱	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۱۶	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با مفهوم پژوهش و انواع پژوهش
- آشنایی با مبانی، روش‌ها و اجرای پژوهش در دوره کارشناسی ارشد

اهداف ویژه:

- شناخت مراحل پژوهش تجربی شامل جستجو در منابع علمی، مروری بر پژوهش‌های پیشین، تعیین شکاف تحقیقاتی، تهیه پروپوزال تحقیق، روش‌های تحقیق تجربی، نگارش علمی و تدوین گزارش تحقیق
- آشنایی با موازین اخلاق پژوهشی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. انواع روش پژوهش:

مفاهیم کلی پژوهش، تحقیق و مفهوم آن، اهمیت تحقیق، ضرورت انجام تحقیق، تقسیم‌بندی پژوهش از نظر شیوه عمل، سطح علمی و کاربرد، قلمرو پژوهش

۲. مراحل تفصیلی اجرای پژوهش:

انتخاب موضوع تحقیق، بیان مسئله، پیشینه تحقیق، بیان گزاره‌های مسئله شامل هدف/فرضیه/سوال، مشخص کردن متغیرها، انتخاب روش تحقیق، گردآوری داده‌ها، تنظیم و تلخیص داده‌ها، تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری، تدوین گزارش و اشاعه یافته‌ها

۳. چرخه یا مدار پژوهش:

چرخه پژوهش شامل سوال، اهداف، فرضیه‌ها، کسب اطلاعات مورد نظر، تعیین و تشخیص کلیه عوامل موثر بر پژوهش، یراحی روش پژوهش، انجام و جمع‌آوری اطلاعات، روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری، تعمیم نتایج و بیان نتیجه پژوهش

۴. تدوین طرح پژوهش:

روش شناختی تحقیق، شرح کامل روش تحقیق بر حسب هدف، نوع داده‌ها و نحوه اجراء (شامل مواد، تجهیزات و استانداردهای مورد استفاده در قالب مراحل اجرایی تحقیق به تفکیک)، جدول زمان‌بندی، تعیین نیروی انسانی، تجهیزات و تخمین هزینه انجام پژوهش و منشور اخلاقی پژوهش

۵. بیان نتیجه پژوهش:

تهیه پایان‌نامه، نگارش مقالات علمی-پژوهشی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه سمینار در زمینه متالورژی

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- Michael Alley, "The Craft of Scientific Writing", Springer, 3rd Edition, 1996.

2- David Beer and McMurry, "A Guide to writing as an Engineer", Wiley, USA, 1997

۳- امیرمسعود سوداگر، "آنچه هر پژوهشگر در رشته‌های فنی و مهندسی باید بداند"، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۵

۴- اسدالله شاه بهرامی، مرضیه فریدی ماسوله "روش پژوهش و ارائه"، موسسه علمی فرهنگی نص، ۱۳۹۸

